اينشتاين

والقضايا الفلسفية لفيزياء القرن العشرين

ـ دراسات مقارنة ـ

ترجمة : ثامر الصفار

اينشتاين
والقضايا الفلسفية
لفيزياء القرن العشرين

* اينشتاين والقضايا الفلسفية لفيزياء القرن العشرين
* د. ب. جريبانوف وآخرون
* ترجمة : ثامر الصفار
* الطبعة الأولى ـ ٢ / ١٩٩٠

* الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع
دمشق ـ هاتف ٤٢٠٢٩٩ ـ ص.ب ٩٥٠٣ ـ تلكس ٤١٢٤١٦

الغلاف للفنان : قحطان طلّاع

تأليف :
د. ب. جريبانوف
ي. م. جولينوف
س. ف ايلاريونوف
م. ي. اوملیانوفسكي
ك. خ. ديلوكاروف

تقديم

في الرابع عشر من آذار عام ١٩٨٩ حلت الذكرى العاشرة بعد المائة لميلاد الفيزيائي العظيم، ألبرت اينشتاين. لقد عرف تاريخ العلم بضعة علماء فقط من الذين نالوا شعبية شبيهة بشعبية اينشتاين، فقد تجاوزت شهرته حدود الفيزيائيين، اذ لم يكن معروفاً من قبلهم فحسب بل من قبل كل المهتمين بالعلوم. وترجع هذه الشعبية إلى الدور الثوري الذي لعبته اعمال اينشتاين في تطور المعرفة الفيزيائية وتناوله لأعمق القضايا التي تُشغل بال الانسان. ان الابداع العلمي لأينشتاين قد ترك بصماته على تطور الفكر الفلسفي في القرن العشرين.

وكان من اولى العوامل التي حددت مساهمة اينشتاين في تطور الفكر الفلسفي هو الدور الذي لعبته نظريتاه النسبيتان الخاصة والعامة، في تغيير الصورة العلمية للعالم. فهذه الصورة قد غدت مختلفة تماماً عن الصورة التي رسمتها الفيزياء الكلاسيكية، اذ تم فيها تفسير بنية الزمان ـ المكان للكون بطريقة جديدة. وبفضله تمكن جيل القرن العشرين من رؤية العالم بحلة جديدة

تختلف عن الأجيال السابقة. والعامل الثاني كان تأثير الابداع العلمي لأينشتاين على اسلوب التفكير العلمي. فقد اوجد اينشتاين معايير جديدة للمعرفة العلمية. اما العامل الثالث فقد كان دراسة اينشتاين المتأنية للقضايا الفلسفية الاساسية التي تواجه الفيزياء.

ان الكتاب الحالي الذي نعرضه للقارىء العربي، يشمل خمس دراسات مقارنة، تهدف إلى توضيح المواقف الفلسفية لاينشتاين تجاه الفلسفة الماخية والوضعية الجديدة والنزعة الاجرائية. اضافة إلى توضيح النظرة الفلسفية لهذا الفيزيائي للعالم، وارتباط اسس الفيزياء الحديثة بالمادية الديالكتيكية. ونأمل ان تتمكن هذه الدراسات من توضيح حقيقة المواقف الفلسفية لهذا الفيزيائي العظيم، التي شابها الكثير من الغموض.

اينشتاين : النظرة الفلسفية للعالم

احتلت النظـريـة النسبية موقعاً بارزاً بين الانجازات القائمة للفكر العلمي الحـديث. اذ مكنت العلماء من تنقيـح وجهـات النظر التقليدية والتصورات حول بنيـة العـالم المـادي ، مبرزة الـروابط العميقة والوثيقة بين الفلسفة وعلم الطبيعة. ولهذا السبب لا يختلف الفيزيائيون والفلاسفة حول اعمال اينشتاين. فقد انجذب كلا الطرفين إلى حداثتها المتميزة.

لقـد رأى علماء الطبيعـة في النظـرية النسبية الحل للتناقضات الداخلية بين الميكـانيـك الكـلاسيكي والكهـروديـناميكي ، في وقت اعتـبرهـا المـاديـون الديالكتيكيون برهاناً علمياً طبيعياً على صحة الأفكار حول المادة وخصائصها التي صيغت في مبادىء مؤسسي الماركسية.

لقـد نوقشت نظـرة اينشتـاين عن العـالم لعدة عقود مضت. وظهرت حولها العـديـد من الآراء المتنـاقضـة في الأدب الفلسفي. حيث تم اعتبـار اينشتـاين بريكليا ، ماخيا ، كانطيا ، وضعيا ، احد انصار الاصلاحية (Conventionalism) ، تجريبياً ، عقلانياً . . الخ.

وأعتبره بعض الفلاسفة من انصار المادية الديالكتيكية . ومن خلال هذه المناقشات يتأكد لنا شيء واحد ، وهو ارتباط اينشتاين الوثيق بالفلسفة : (ان التفكير النقدي للفيزيائي لا يمكن ان ينحصر في اختبار مفاهيم ميدانه الخاص فقط) . [١ ، ص ٢٠٩] .

لقد شدد اينشتاين في العديد من المناسبات على ان الفيزياء الحديثة لا يمكنها السيطرة على مسائلها الحالية بدون المعرفة الفلسفية : (ان الصعوبات الحالية للعلم تجبر الفيزيائي على الالتصاق بالفلسفة بدرجة اكبر من الجيل السابق) [٢ ، ص ٢٧٩] . لقد حللت مقالات اينشتاين اغلب الاتجاهات الفلسفية المتعارضة ، فقد قرأ اعمال ارسطو وافلاطون وديمقريطس ولاميتري وسبينوزا وبريكلي وهيوم وماخ وكانط وروسل وآخرين ، لكنه لم يشاطر احدهم معتقداته الفلسفية المثالية احادية الجانب . وسيكون من الخطأ الاعتقاد بأن آراء اينشتاين الفلسفية قد تقولبت بالفلسفة المثالية التي كان حسن الاطلاع عليها .

كانت لاينشتاين معرفة واسعة وعميقة بعلم الطبيعة ، كما تشرب بعلوم وثقافة عصره . وسيكون ملائماً تماماً تطبيق كلمات هيغل على شخصية مثله (خلال الممارسة يعتمد كل شيء على العقل الذي نسلطه على الواقع . ان العقل العظيم ، عظيم بتجربته ، ومن خلال سلوك الظواهر المتنوع في آن واحد ، يدرك العقل المعنى الحقيقي في الحال) [٣ ، ص ٢٠٦] .

١ ـ الموقف من المثالية والمذهب الوضعي :

العلاقة بين النظرية والتطبيق :

عدا عن المسائل الأخرى ، كان اينشتاين مهتماً بالمسائل الابستمولوجية مثل (ما هي المعرفة التي يمكن ان يولدها التفكير الخالص بدون الاعتماد على الادراك الحسي ؟ هل توجد مثل هذه المعرفة ؟ وفي حالة عدم وجودها ، فما هي بالضبط

العلاقة بين معارفنا وبين المادة الأولية التي زودتنا بها الانطباعات الحسية؟)[٢، ص ٢٧٩].

لقد اكتشف اينشتاين اجوبة متناقضة حول هذه الأسئلة ضمن دراسته للأدب الفلسفي الوفير. وقد تعاطف مع (الريبية) ازاء المحاولات لايجاد معرفة عن العالم الخارجي من خلال التفكير الخالص فقط. ولكن اينشتاين لم يتبن آراء هؤلاء الفلاسفة الذين اتخذوا موقف الواقعية الساذجة، فكتب: (ان هذا الوهم الارستقراطي فيما يتعلق بالقوة الخارقة واللا محدودة للفكر يحمل في جانبه المعاكس وهماً مبتذلاً من الواقعية الساذجة، وعليه فان الأشياء (موجودة) مثلما ندركها من خلال حواسنا) [٢، ص ٢٨١]. وللتغلب على هذه الأوهام التجأ اينشتاين إلى بعض افتراضات بريكلي وهيوم وكانط، رافضاً اسس ارائهم الفلسفية التي تشكل جوهر انظمتهم المثالية، وتصوراتهم عن المكان والزمان، وكذلك مذهب هيوم اللا ادري [٢، ص ٢٨٣ ـ ٢٨٩]. مشيراً إلى استحالة ايجاد مبررات لمذهب بريكلي (الشيء في ذاته) [٤، ص ٦٦٩]. ان ما جذب اينشتاين إلى اعمال بريكلي وهيوم وكانط هو ابتعادهم عن الابستمولوجيا المقبولة عموماً والميتافيزيقيا التي كانت مهيمنة على الفيزياء الكلاسيكية.

لقد وجد اينشتاين في تعاليم بريكلي: انه عند اتخاذ قرار معين فان الفرضية تكون ان حواسنا تدرك بشكل مباشر العمليات فقط، وليس مواضيع العالم الخارجي كما يصر التجريبيون. ولكن بريكلي ينظر إلى مواضيع العالم الخارجي باعتبارها مجموعة من الافكار (الاحاسيس)، في حين ان الحدس المادي لاينشتاين حفزه للاعتقاد بأن العمليات التي ندركها من خلال اعضائنا الحسية مرتبطة سببياً بالأشياء الموجودة بشكل موضوعي، والمستقلة عن التصورات الذاتية.

كما أن دراسة هيوم قد اظهرت لاينشتاين ان المفاهيم العامة والجوهرية، مثل السببية، لا يمكن استنباطها بصورة مباشرة وواضحة من نتائج الاحساس. وقد وضع هيوم بذلك اساس اللا ادرية: (ان كل ما في المعرفة، هو من مصدر

تطبيقي وليس مؤكـداً) . وفي حين رفض اينشتـاين لا ادريـة هيوم، فقد استخدم فكـرتـه في محاربـة التجـريبيـة المتطـرفة : (كل المعرفة حول الاشياء هي على وجه الحصر، العمل على المادة الأولية التي توفرها لنا الاحاسيس) [٢، ص ٢٨٣ - ٢٨٥] .

ان الثغـرة التي تركهـا هيـوم في سلسلة المعـرفـة يجب ان تردم . وقـد فهم اينشتـاين ذلـك حيث وجـد طريقـة بعيـدة عن الصعـوبة لدى كانط . فقد اعتقد الأخـير انـه اذا لم تتمكن النتـائـج التطبيقية من التوصل إلى معرفة معقولة (موقف هيـوم) في حين ان النشـاط الادراكي يكـون مستحيـلاً، بدون مثـل هذه المفاهيم كالسببيـة ، الـزمـان، المكان . . الخ، (فهي حسب رأي كانط مقدمة منطقية لأي تفكـير) فسيتبـع ذلـك ان المعـرفـة الحقيقيـة تستند على التفكير الخالص وتصبح بديهية في الطبيعة . وعلى أي حال لم يكن هذا الاستنتاج هو ما جذب اينشتاين .

ان العناصر الايجابية التي استعارها اينشتاين من كانط قد صيغت على هذا النحو: انني لا ازيد من حجم العرف الكانطي، ولكني توصلت إلى فهم الحقيقة الثمينـة المـوجـودة في مذهبـه، إلى جانب الاخطاء التي تظهر واضحة اليوم بشكل متأخر. وهي مضـمـنة في هذه الجملة : ان الحقيقة لا تعطى لنا، ولكن تفرض علينا (بشكل لغز) . وهذا يعني بوضوح، ان هنالك شيء مثل البنية المفاهيمية للسيطرة على العلاقات بين الأشخاص وتكمن سلطته في شرعيته [٤، ص ٦٨٠] .

لقد رأى اينشتاين ان كانط قد خطا خطوة إلى الأمام في حل معضلة هيوم، ولكن بالنقيض من كانـط توصـل إلى الاستنتـاج بأن معرفتنا بالعالم الخارجي تنبع من الـواقـع من خلال العمل الذهني على نتائج الاحساس . ان اينشتاين لم يؤيد اصـرار كانـط على وجـود مفـاهيم بديهيـة ، ورأى ان خطأه يكمن في اعتباره مثلاً هنـدسـة اقليـدس ضروريـة للتفكـير وانهـا معرفة اكيدة (لا تعتمد على التجربة الحسية) تتعلق بمواضيع الادراك الحسي (الخارجية) . من هذا الخطأ الذي يَسهُل

فهمـه، استنتـج اينشتـاين وجـود احكـام تركيبيـة (البديهة)، التي تنتج من العقل فقط، وانه يمكن بالتالي الادعاء بانها ذات شرعية مطلقة [٤، ص ٦٧٩].

وهكـذا نرى ان الفـة اينشتاين مع اعمال بريكلي وهيوم وكانط لم توصله إلى التأثـر بالاتجـاه المثـالي في الفلسفـة الـذي ارتبطت به هذه الاسـماء. لقـد خاض اينشتاين في اعمال هؤلاء الفلاسفة المثالين كمادي عفوي وديالكتيكي.

فقد استخدم عدة آراء من هؤلاء الفلاسفة للنضال ضد المثالية واللا ادرية والميتافيزيقيا، وخصوصاً ضد الأوهام التي ترجع إلى المعالجات الميتافيزيقية والمثالية لمصدر معرفتنا. كما ان اينشتاين كان قد اشاد باعمال ماخ، ويجب علينا بالطبع ان نفرق بين اعمال ماخ في علم الطبيعة وبين اعماله الفلسفية. ان ما جذب اينشتاين لفلسفـة ماخ ليس محتـواهـا، بل انحراف ماخ عن المسائل الابستمولوجية. وعلى الرغم من ان اينشتاين لم يدرس في البداية ابستمولوجيا ماخ بصورة عميقة، الا انه وجـد الاشـارة في ان هذا الفيـزيـائي النمسـاوي كان مهتـماً بأمور كان هو نفسه قد اولاهـا جلّ اهتـمامـه. ولهـذا السبب نراه يبـدأ نعيه لماخ عام ١٩١٦ بأسئلة تتعلق بأولـويـة ماخ في الابستمولوجيا: (ما الذي يجعل مثل هذا العالم الطبيعي الموهوب مهتـماً بالابستمـولـوجيـا، اليست ثمـة ثروة من الاعـمال يجب انجـازهـا في حقله العلمي؟) [٥، ص ١٥١].

وقد اجاب: (انني لا استطيع ان اقتنع بذلك.. فاذا ما اتجهت إلى العلم ليس بدافع بعض الاسباب الخارجية، مثل جمع الأموال او الشهرة، ليس (او على الأقـل ليس فقـط) من اجل السعادة التي يمنحها باعتباره رياضة ذهنية، اذن فان عليّ كخادم لهذا العلم، ان اهتم بالمسائل التالية: ما هو الموضوع الذي يستطيع او سيصـل له هذا العلم والـذي عليّ ان اهبـه نفسي؟ إلى اي مدى تكـون نتـائجـه العـامـة (حقيقـة)؟ ما هو الجـوهـري وما هو الشيء الذي يعتمد على المصادفة في التطور؟) [٥، ص ١٠١].

لقد فشل محتوى آراء ماخ الفلسفية في ان يكون الاساس الذي يعتمد عليه

اينشتاين في نظرته للعالم. ولم يشكل ايضاً جزءاً من بنية آرائه الفيزيائية. لقد اثرت مثالية ماخ على (اسلوب التعبير) في اعمال اينشتاين الابداعية حول العديد من قضايا الابستمولوجيا، ولهذا السبب كتب اينشتاين في مذكراته حول ابستمولوجية ماخ بانها تبدو بالنسبة له (غير مبررة جوهرياً) [٦؛ ص ٢١]. وقد اتضح موقفه تجاه الآراء التي تشكل المحتوى الاصلي لفلسفة ماخ في حواره مع (ربيندرانت طاغور). حيث اكد طاغور (ان عالمنا هو عالم انساني، والنظرة العلمية له هي ايضاً نظرة انسان علمي. لهذا فان العالم بدوننا ليس موجوداً انه عالم نسبي تعتمد حقيقته على وعينا) [٧، ص ٤٢]. وكان رد اينشتاين صريحاً تماماً: (حتى ضمن حياتنا اليومية نشعر بضرورة ان نعزو الواقع المستقل عن الانسان إلى المواضيع التي نستخدمها. . وعلى سبيل المثال اذا لم يكن ثمة شخص في هذا البيت فان المنضدة ستبقى كما هي في موضعها) [٧، ص ٤٣].

ان وضوح هذا الرد على الفلسفة المثالية الذاتية وبنفس القدرة على الماخية لا يترك مجالاً للتعليق. ولهذا يمكن الافتراض ان اينشتاين الشاب كان قد تعامل مع فلسفة ماخ بشكل سطحي، وفاته ادراك جوهرها. ثم اخذ اينشتاين يدرك ان هنالك عالماً موضوعياً يقف وراء الادراكات الحسية التي تعتبر بالنسبة له صوراً ذهنية لهذا العالم. وفي الوقت نفسه كان اينشتاين بعيداً عن السطحية في موقفه من اعمال ماخ في علم الطبيعة، التي كان فيها ماخ وكما وضح لينين يجادل باسلوب مستقيم، دون تطرف مثالي. فقد قام ماخ كعالم طبيعي، مثلما هو معروف، بدراسة تاريخ تطور الفيزياء الكلاسيكية، وكان واحداً من اوائل الفيزيائيين الذين نبذوا المطلقات في الميكانيك الكلاسيكي، فاضفى سمة النسبية عموماً ونسبية بعض مفاهيمه وسننه التي كانت تعتبر سرمدية، مشدداً على الترابط الكوني لظواهر الطبيعة.

ولكن فكرة ماخ عن الطبيعة النسبية للمعرفة العلمية قادته إلى انكار سمتها الموضوعية، في حين ان دراسة اينشتاين لمؤلف ماخ (تاريخ الميكانيك) قد اعطته

فرصــة فقــط لرؤ ية الطبيعة من خلال اعين الماديين والديالكتيكيين العفويين. (ان جميع فيزيائيي القرن الماضي (كتب اينشتاين) رأوا في الميكانيك الكلاسيكي شكلاً واســاســاً لكل الفيزياء، نعم لكل علم الطبيعة. . وقد كان أرنست ماخ في تاريخ الميكـانيـك هو الذي هز هذه الحقيقة الدوغماتية، ولهذا فقد كان لهذا الكتاب تأثير بالغ عليّ شخصياً عندما كنت طالباً) [٦، ص ٢١].

وكثيـراً ما ارتبطت نظـرة اينشتـاين إلى العالم بالمذهب الوضعي. وقد تبنى وجهة النظر هذه عدد من الوضعيين امثال موريتز شليك، فيليب فرانك، لنكولن بارنيت، هربـرت كار، وآخـرون. وقـد وضحنا سابقاً ان اينشتاين لم يتقبل الآراء الاساسية لواحد من الأنواع الرئيسية في المذهب الوضعي ـ فلسفة ماخ ـ ولتوضيح عدم وجـود أي مبر ر للتأكيـد على ان نظـرة اينشتـاين للعـالم كانت متطـابقـة مع المـذهب الـوضعي، دعـونا نرى ما كتبه اينشتاين حول هذه المسألة. ان الفلاسفة الوضعيين معادون للميتافيزيقيا (الفلسفة) ومسائلها. فالمفاهيم الأساسية للفلسفة (التقليـديـة) ليس لها معنى علمي حسب رأيهم، وعلى الفلسفـة ان تتحرر منها. هذا المـوقف الـوضعي اقلق اينشتـاين. لقـد آمن ان هيـوم قد (اوجد خطراً على الفلسفـة في نمـو. الخـوف من الميتـافيـزيقيا الذي بات علة التفلسف التجريبي المعـاصـر) [٢، ص ٢٨٩]. وفي تعليقـاتـه على كتـاب برتـرانـدروسـل (المعنى والحقيقـــة) حدد المفـارقـات التي يمكن ان تنشأ من سعي الـوضعيـين إلى فصـل الفلسفة عن العلم: (ان هذا الخوف يبدو بالنسبة لي على سبيل المثال سبباً في فهم ان (الشيء) هو عبـارة عن (رزمـة من الخـواص) وهكـذا فان (الخواص) يجب ان تؤ خـذ من المـادة الأولية الحسية. بمعنى ان شيئين يكونان شيئاً واحداً، اي نفس الشيء اذا ما تطابقا بكل الخواص، فارضة على المرء ان يعتبر العلاقات الهندسية بين الاشيـاء مرتبطـة بخـواصهـا (بمعنى ان على المـرء ان ينظـر إلى برج ايفل في باريس وإلى البرج الموجود في نيويورك كشيء واحد) [٢، ص ٢٨٩].

لقد ادرك اينشتاين ان اصرار الوضعيين على التقليل من مهمات الفلسفة والعمل على نتائج الاحساس وانكارهم لدراسة جوهر ظواهر العالم الخارجي يحمل اخطاء عميقة ذات نتائج مهلكة. وقد كان اكثر حدة في انتقاده لمواقف الوضعيين في رسالته إلى صديقه (موريس سوليفين): (في هذه الأيام، تهيمن وجهات النظر الذاتية والوضعية بشكل مفرط. ويبدو ان الحاجة إلى فهم الطبيعة كحقيقة موضوعية قد باتت ضرراً مميتاً. ان الرجال هم ايضاً عرضة للايحاء مثل الخيول، ولكل عهد نمط مهيمن، والأغلبية لا ترى حتى الطاغية المستبد والمسيطر عليهم) [٨، ص - ص ٧٠ - ٧١]. لقد حدد اينشتاين ان جذور المذهب الوضعي كانت في فلسفة بريكلي: (ان ما اكره في هذا النوع من المحاججة هو اساس الموقف الوضعي، الذي اعتبره غير مبرر من وجهة نظري، ويبدو لي انه يشبه المبدأ البريكلي (الشي في ذاته) [٤، ص ٦٦٩]. لقد عزا اينشتاين عدم اهتمام بعض العلماء بنظرية الذرة إلى المذهب الوضعي. (هذا مثال واضح (كتب اينشتاين) عن حقيقة انه حتى الطلبة ذوي الروح الجريئة والموهبة الفذة يمنعون من تفسير الحقائق بسبب التحيز الفلسفي. ان التحيز يكمن في ان الحقائق بذاتها يمكن ويجب ان تولد معرفة علمية بدون بنية مفاهيمية حرة) [٦، ص ٤٩]. التي هي استناداً لاينشتاين نتاجاً لبنيتنا المفاهيمية التأملية، على الرغم من ان المعرفة ليست نتاج التفكير الخالص. فهي تستخلص من النتائج الحسية التي لا تعطي لوحدها اية فكرة عن الحقائق بدون المعالجة المفاهيمية.

٢ - الموقف من الدين:

تحدث اينشتاين عن الدين في العديد من المناسبات، ولكن هل ثمة ارضية للتوصل إلى ان اينشتاين كان متديناً؟. هذا الاستنتاج الذي حاول العديد من الفلاسفة اللاهوتيين اثباته. دعونا نناقش موقف اينشتاين من الدين، ماذا قال عنه وكيف فهمه؟. لقد اعترف اينشتاين في مذكراته انه كان (متديناً) في طفولته مثل

الكثيرين من معاصريه، ولكن ذلك قد انتهى بشكل حاد عندما بلغ الثانية عشرة. (من خلال قراءتي للكتب العلمية العامة توصلت إلى قناعة بأن اغلب القصص الموجودة في الانجيل لا يمكن ان تكون حقيقية، وكانت النتيجة هي حرية التفكير) [٦، ص ٥]. وفي مقالته (الدين والعلم) حاول اينشتاين ان يماثل بين اسباب الافكار الدينية والايمان بالقوى الخارقة إلى آخره. وآمن بان الدين تاريخياً في الطبيعة، وينبثق كما هو في مرحلة معينة من تطور المجتمع. فعند شعوب مختلفة وفي مراحل مختلفة من تطورها تولدت هذه الأفكار الدينية لاسباب مختلفة. وحسب وجهة نظر اينشتاين فان (الكائن السرمدي.. هو تحقيق للكينونة الانسانية) [٧، ص ٤٢].

ولم يجد اينشتاين أي مبرر للّجوء إلى الدوغما الدينية لتفسير الظواهر الغامضة. (ان الانسان المقتنع تماما بالعملية الشاملة لقانون السببية لا يمكن ان يفكر للحظة واحدة بفكرة الخالق الذي يتدخل في سياق او مجرى الأحداث. بشرط، انه يأخذ طبعاً فرضية السببية بشكل جدي تماماً. ان الكائن الذي يكافىء ويعاقب سيصبح غير مقنع بالنسبة للانسان لسبب بسيط هو ان نشاطات الانسان تنبع من الحاجة والضرورة، الداخلية والخارجية، ولهذا فهو(الانسان) غير مسؤول عنها كعدم مسؤولية اي جماد تمر من تحته حركة معينة) [١، ص ٣٩].

وبغض النظر عن موقف اينشتاين الرافض للدين ولفكرة وجود الخالق، فقد اتجه الى ما يسمى (الدين الكوني). فما هي حقيقة هذا الشعور الديني، وماذا يعني؟. ان خيبة الأمل لدى اينشتاين بالاديان (الرسمية) وتحديد الطريق إلى الفردوس السرمدي، قد دفعته في اتجاه معاكس، اتجاه العالم الواسع الموجود موضوعياً بدون تدخل الانسان. (ان التأمل والتفكير بهذا العالم - الحديث لاينشتاين - مغريان مثل التحرر. ولقد لاحظت الآن ان العديد من الناس الذين تعلمت احترامهم وتكبيرهم قد وجدوا حرية داخلية وأمان في تكريس العمل مع هذا العالم.. ان الطريق إلى هذا الفردوس لم يكن مريحاً ومغرياً مثل الطريق إلى

الفردوس الديني، لكنه اثبت استحقاقه وجدارته بالثقة، ولن آسف ابداً على اختياري له). [٥٦، ص ٥].

لقد اسر غموض الكون اينشتاين، وفتنته تكمن في ملاقاة المجهول. (انه كاف بالنسبة لي - كتب اينشتاين - ان اضع حدساً مذهلاً لهذا الغموض وان احاول جاهداً صياغة تعبير محدد في عقلي للبناء الرائع لكل ما هو موجود) [٩، ص ٢٥٥].

لقد آمن اينشتاين بطاقة وقدرة العقل البشري على حل الألغاز الصعبة للكون. لكنه آمن ايضاً ان هذا الهدف يمكن تحقيقه فقط من خلال تحرير المرء لنفسه من قيود (الذاتية البحت)، من العادات التي تولد الاحاسيس الدائية الاستبدادية. (ان تشعر بوجود شيء يمكن اختباره وراء شيء من الصعب ان تبلغه ارواحنا، شيء يصل جماله وكماله بشكل غير مباشر، اشبه بالصدى الضعيف، هذا هو التدين. وبهذا المعنى فانا متدين) [٩، ص ٢٥٥]. واستناداً لاينشتاين (ان شعور الدين الكوني.. يمكن ان يعطي اصل الفكرة الغامضة حول الله واللاهوت) [١، ص ٣٨]. انه تقريباً يلهم العالم لادراك سمو وروعة نظام الكون.

٣ ـ حول استقلالية العالم عن الوعي:

لقد رأينا ان اينشتاين لم يشاطر المثالية آراءها كما صيغت من قبل ممثليها الكلاسيكيين، بالرغم من رجوعه بين آونة واخرى إلى اعمالهم. حيث رأيناه اما رافضاً الافتراضات الفلسفية الاساسية للمثاليين اومتحدثاً بصراحة عن تأثيرها السلبي على علم الطبيعة. وبالطبع توجد هنالك بعض التعابير في اعمال اينشتاين كان قد استعارها من المثاليين، ولكن ليس بشكل حرفي. ونتيجة لذلك يمكن ان يتولد انطباع بان اينشتاين قد شاطر وجهات النظر المثالية لبعض هؤلاء الفلاسفة. وثمة ظرف آخر يمكن اخذه بالحسبان هنا، وهو ان اينشتاين قد ميز بين

الفرضيات العلمية وبين الاستطرادات الادبية، اوكما يصوغها هو (الصياغة الادبية) [١٠، ص ٢١٣]: (عليك ان تميز بين الفيزيائي والاديب، عندما تجتمع هاتان الصفتان في شخص واحد. . ان ما اعنيه هو وجود كتّاب علميين. . . يمكن ان نقول انهم لا منطقيين ورمانتيكيين في مؤلفاتهم العامة، ولكن في اعمالهم العلمية نراهم مستنبطين منطقيين) [١٠، ص ٢١١].

في مثل هذه المحاولات الادبية يكون اينشتاين مذنباً تماماً. بمعنى اننا لو قرأنا هذه الأعمال، آخذين بنظر الاعتبار شكل واسلوب التعبير فقط، بغض النظر عن المحتوى، مهملين المحتوى وراء الشكل، والمذهب وراء الجمل المنفصلة، فعلينا هنا اعتبار اينشتاين ماخيا اوكانطيا او أي شيء آخر. ولكن يجب ان لا ننسى ان مثل هذا النوع من الشرح او العرض للأفكار العلمية ليس فقط من صفات اينشتاين، فالعديد من علماء الطبيعة الغربيين كانوا عرضة لذلك.

والآن لو سلمنا جدلاً بان اينشتاين كان معارضاً للمثالية، فلنا الحق ان نسأل: وماذا كان موقفه من المادية الديالكتيكية؟ الحقيقة ان اينشتاين لم يعط توضيحاً وافياً لنظرته المادية إلى العالم في أي عمل من اعماله، ولن نجد اية اشارة إلى المادية الديالكتيكية بوصفها علماً. لهذا يمكن لنا ان نناقش موقفه من فرضيات منفصلة للمادية والديالكتيك.

لقد ميز اينشتاين بوضوح بين اتجاهي الفلسفة، وبالتالي بين وجهتي النظر حول العالم الخارجي ـ المادية والمثالية. وبخلاف ماخ واتباعه، فقد عارض وجود اتجاه ثالث في الفلسفة، اتجاه وسطي:

(ثمة تصوران مختلفان حول الطبيعة والكون:

١ ـ العالم هو وحدة تعتمد على البشرية.

٢ ـ العالم هو واقع مستقل عن عامل الانسان) [٧، ص ـ٤٢].

فلأي من هذين التصورين كان يميل اينشتاين؟.

لقد طرح الكاتب الايرلندي جيمس مورفي السؤال التالي اثناء حوار له مع

اينشتاين : (لقد ذكر اسمك بشكل واسع في الصحافة البريطانية في معرض شرحها للنظرية التي تقول ان العالم الخارجي مشتق من الوعي) فاجاب اينشتاين على ذلك قائلاً : (لايوجد فيزيائي يؤمن بذلك، والا لن يكون فيزيائياً . . عليك ان تفرق بين الصياغة الادبية وبين الرأي اوالقرار العلمي . . لماذا يكون على المرء ان يحدق في النجوم اذا لم يكن مقتنعاً بوجودها فعلاً؟ . . اننا لا نتمكن منطقياً من اثبات وجود العالم الخارجي مثلما تستطيع انت الآن ان تثبت انني اتحدث معك او انني موجود هنا امامك. فانت تعرف انني موجود هنا ولن يوجد أي مثالي ذاتي يستطيع دفعك إلى الايمان بعكس ذلك) [١٠، ص ٢١٢ - ٢١٣].

اتهم بعض المثاليين اينشتاين بانه من اتباع مذهب الانانة - اومذهب الانا وحدية Solipsism . حيث ادعوا باستحالة استنتاج أي شيء من مذهب اينشتاين سوى الشخصية المنعزلة ووعيها. فالعالم الخارجي والاشياء الاخرى موجودة فقط في الوعي المنفرد والمنعزل. وقد رد اينشتاين على هذا الاتهام : (ان الهر جيرسك يصر على ان النظرية النسبية تقود إلى مذهب الانانة، وأي مختص سيعتبر ذلك مجرد نكتة) [١١]. ولكن اينشتاين، برغم وجهات نظره الصحيحة عن العالم الخارجي، قام بوضع بعض الصياغات على هذا النحو: (ان موضوع كل العلوم، سواء كانت علوم الطبيعة أم الفسيولوجيا، هو تنسيق خبراتها وجعلها في نظام منطقي) [١٢، ص ١]. او : (ان التبرير الوحيد لمفاهيمنا ولنظام المفاهيم هو انها تقوم بعرض صعوبة وعقدية تجاربنا) [١٢، ص ٢].

هذه وغيرها من الصياغات والعبارات التي تحمل نفس السمة، كان لها عظيم الفائدة لأولئك الذين يرغبون في رؤية العالم الكبير كواحد من المثاليين. وبالفعل فاذا استمر المرء في هذه العبارات فسيخلص الى ان اينشتاين كان ملتصقاً بوجهة نظر بعيدة عن المادية بخصوص المسألة الاساسية في الفلسفة. ولكن اذا درس المرء مذهبه بشكل كامل، فسيرى ان تشديده على الاحاسيس والادراكات الحسية، خلال مناقشته لاهداف العلم والمفاهيم العلمية، لا يعني بأي شكل من

الاشكـال انـه لا يرى العـالم الخـارجي وراء الادراكات الحسية، التي هي بالنسبة لبر يكلي وماخ، جوهر العالم. اما بالنسبة له فان الادراكات الحسية هي تصوراتنا او نسخـة اوليـة عن العـالم المـوضـوعي . والفقـرة التالية توضح وجهة النظر هذه (ان الايمان بوجود عالم خارجي مستقل عن الذات المدركة هو اساس علم الطبيعة . . ان الادراك الحسي يعطي فقط معلومات عن هذا العالم الخارجي . .) [١، ص ٢٦٦].

لقـد ادرك اينشتـاين بصـورة واضحـة السمـة المـوضـوعية للطبيعة والسمة الـذاتيـة للادراكـات الحسيـة، اللتـان تحددان حصـره لاهـداف العلم بدراسـة العـلاقـات بين الادراكـات الحسية، وافترض على العكس دراسة العلاقات بين مواضيـع العـالم. لأن اينشتـاين افـترض وجـود الواقع الموضوعي وراء الادراكات الحسيـة . لهذا فقـد شرح اينشتـاين اهـداف العلم كما يلي (ان الفيزياء هي محاولة للسيطرة مفاهيمياً على الواقع كما هو وبشكل مستقل عن كونه مراقباً) [٦، ص ٨١].

٤ ـ اصل مفاهيم العلم/ مسائل عامة :

لقد استخدمت بعض الفقرات حول اصل المفاهيم العلمية لاينشتاين من قبـل بعض المفكـرين للتأكيـد على ان اينشتـاين كان يرى بان المفاهيم تشتق من الحقيقة كنتاج للنشاط الادراكي الحر.

لقـد اوضحنـا سابقـاً ان اينشتـاين كان يحمل وجهة نظر سلبية لفكرة كانط حول الطبيعـة الفطرية للمفاهيم العلمية أو المقولات . ومع ذلك فقد كتب في بعض الأحيـان، ان المفـاهيم التي تتـولـد خلال عمليـة التفكير هي ، ومن زاوية منطقية بحت، ابتكارات حرة للعقل. كيف يمكن ان نفسر هذا القول من اينشتاين؟ الا يعبر ذلـك عن حقيقة ان المفاهيم العلمية تنبثق من الادراكات الحسية المتأتية من العالم الخارجي؟ وان عقل الانسان هو مصدرها؟

ان مثـل هذا الاستنتـاج سيكـون مبتسـراً. فقد انطلق اينشتاين في المسائل الابستمـولـوجيـة من الوجود الموضوعي للعالم المنعكس في وعي الانسان من خلال الادراكات الحسية. فالمفاهيم العامة بالنسبة له هي عبارة عن خلاصة مجردة لاهم سمات مسـاحـة معينـة من الظـواهـر والعمليـات التي يدركهـا الانسان من خلال الحـواس. (ان المفـاهيـم ـ كتب اينشتـايـن ـ تنبثق من الممـارسـة عن طريق (التجـريـد)، اي من خلال حذف جزء من محتـواهـا مثلاً) [٢، ص ٢٨٧]. ان المفاهيم ليس لها معنى خارج ارتباطاتها مع الادراكات الحسية ومع البيئة.

ولكن لهذه المفـاهيم (نفـوذ وسلطـان علينـا بحيث ننسى مصـدرها الأصلي ونأخـذهـا كشيء ثابت غير قابـل للتغـير. ولهذا تأخذ طابع (ضرورات التفكير) (بـديهيـة معطـاة لنـا).. الخ. ان الطريق إلى التقدم العلمي قد اعيق تماماً بهذه الاخطـاء لفـترة زمنيـة طويلة. ولهذا فهي ليست مزحة تافهة على الاطلاق عندما ننشغل بتحليل المفاهيم التي مضى عليها فترة طويلة، وابراز الظروف التي تتوقف عليهـا جدارتهـا ومنفعتهـا، وكيف انبثقت بشكـل منفـرد من النتـائـج التطبيقية. وبـذلـك يتـلاشى سلطـانهـا ونفـوذهـا علينـا الى حد كبـير. وتحـذف اذا لم يكن انسجـامها مع المـواضيـع المعطـاة قد تم وفقـاً لدراسة متأنية، او تبدل اذا كان في الامكان انشاء نظام جديد ربما نفضله لبعض الاسباب) [٥، ص ١٠٢].

ورأى اينشتاين ايضاً ان الادراكات الحسية بحد ذاتها غير متماثلة او متطابقة مع محتـوى المفـاهيم. وهي بمثابة مواد بناء لهيكل الجهاز المفاهيمي للعلم. وادرك ان النتائج التطبيقية يجب ان تعامل او تعالج عقلانياً.

ان التحول الديالكتيكي المعقد من الاشكال الحسية للانعكاس إلى اصل المفاهيم هو ما فسره اينشتاين بـ(الابتكارات الحرة للعقل البشري) [١، ص ٢٧٢].

وعـلاوة على ذلـك فقـد كان يمتلك فكـرة اخـرى غريبـة نوعاً ما عن هذه (الحـريـة): (لكن حريـة الارادة هي من نوع خاص، فهي ليست متنـاظـرة بأي

شكـل من الاشكـال مع حريـة كاتب الـروايـة، في حين انهـا تشابه حرية الرجل المنشغـل في حل لغـز معقـد من الكلمات المتقـاطعـة. فربما يقوم، وهذا ما يحصل بالفعـل، بافـتراض أيـة كلمة على انها الحل، ولكن دائماً توجد كلمة واحدة فقط يمكن ان تحل اللغــز. انهـا حقيقـة، ان الطبيعـة - كما تدرك من خلال حواسنـا الخمس - تأخذ سمة لغز الكلمات المتقاطعة. والنجاحات المكتسبة من نتائج العلم تشجع فعلاً هذه الحقيقة) [١، ص - ص ٢٩٤ - ٢٩٥].

وهكذا نرى ان التشكيل (الحر) للمفاهيم هو نفسه كما لو اننا فصلناها عن الـواقـع المـوضـوعي، كما يراهـا اينشتـاين. وكلما زادت اهميـة المفـاهيم استخدم اينشتاين مصطلح (الحرية) ليوضح ان المفاهيم تختلف نوعياً عن النتائج الحسية، وانهـا لا يمكن ان تستنبـط بصـورة مباشرة من المادة التطبيقية دون استخدام شيء من المعالجة الذهنية.

٥ - اصل المفاهيم الرياضية:

في بعض الاحيـان يقـدّم اينشتاين بوصفه مثالياً استناداً إلى تفسيره لبعض المسـائـل العـامة في الرياضيات، وان جولة متعمقة في مؤلفه (الهندسة والتجربة) يمكن ان تثبت ذلك. حيث يقول فيه (ان الفرضيات الرياضية تعود إلى مواضيع خاصـة بخيـالنا، وليس الى مواضيع الواقع، وهكذا فان الرياضيات كانت نتاجاً للفكـر البشـري المستقـل عن التجـربـة) [١، ص ٢٣٣]. ولكن اذا قرأ المرء كل المؤلف اضـافـة إلى الشـروحـات العـديـدة الأخـرى لاينشتـاين لمسائل عامة في الـريـاضيات سيغدو واضحاً عدم وجود أرضية لاتهامه بتفسير مثالي للرياضيات. لقـد انطلق اينشتـاين من حقيقة ان الرياضيات متجذرة في العالم الخارجي، وتنشأ من حاجات الناس العملية: (من المؤكد ان الرياضيات عموماً، والهندسة خاصة تدين بوجـودهـا إلى الحـاجة لمعرفة شيء ما حول سلوك مواضيع الواقع. ان كلمة الهنـدسة والتي تعني طبعـاً قيـاس الأرض تثبت ذلك، لأن قياس الأرض يجب ان

يجري ضمن امكانيات ترتيب مواضيع طبيعية معينة، اي مع اجزاء من الأرض، خطــوط القيــاس، عصــا القيــاس. . الـخ) [١، ص ٢٣٤]. وبـالطبـع فان الـريـاضيـات قد انبثقت كي تسـد وتلائم حاجات المجتمع العملية. ومن خلال تصـويـرها للمواد الجديدة من العالم الخارجي تصبح نظاماً تجريدياً بشكل واضح. وتلك السمــة التجـريـديـة التي يمكن ان تؤدي في مرحلة معينـة إلى انفصـال فرضيـاتهـا عن العالم الحقيقي، شيء استغله المثاليون لاغراضهم. كتب اينشتاين حول هذه المسألـة ما يلي (انـه كالخطأ المميت الاعتقـاد بان الضـرورة المنطقية التي تسبق كل التجـارب، كانت هي اسـاس الهندسة الاقليدية ومفهوم المكان المتعلق بها، هذا الخطأ المميت يظهر من حقيقة ان الاسس التجريبية التي يستند اليها بناء البـديهيـة للهنـدسـة الاقليـديـة قد تم نسيـانها تماماً) [١، ص ٢٩٨]. لقد ادرك اينشتـاين ان الـريـاضيـات كانت مرتبطـة بالعـالم الخـارجي ليس فقـط من ناحية منشئهـا، من خلال ماضيهـا كما يقـال. ان فرضياتها تعكس الواقع دائماً. ويكمن معيـار حقيقـة الرياضيات ومصداقيتها في التطبيق العملي. (ان الهندسة يمكن ان تكـون حقيقـة اوكذباً، استناداً إلى امكانيتها في (اقامة) علاقات صحيحة وقابلة للاثبات بين تجاربنا) [١٣، ص - ١٥٩ - ١٦٠].

وهـاكم ما كتبـه انجلز حول نفس المسـائل ضمن هجومه العنيف على آراء دوهرنغ: (مثلها مثل باقي العلوم، فان الرياضيات انبثقت من حاجات الناس. . لكن، تما في مختلف اجنحة الفكر، وفي مرحلة معينة من تطور القوانين، التي تم استخـلاصهـا من العالم الـواقعي، تنفصـل عن هذا العـالم الـواقعي، وتجـابه به باعتبـارهـا شيئاً مستقلاً، باعتبارها قوانينا قادمة من الخارج وينبغي على العالم ان يتطـابق معهـا. وهكذا حدثت الأمور في المجتمع والدولة، وبهذه الطريقة، وليس بأيـة طريقـة اخـرى، فان الـريـاضيات (البحتة) قد (طبقت) لاحقاً على العالم، بالـرغـم من استعـارتهـا من نفس العالم، وهي لا تمثل سوى جزء واحد من اشكال التفـاعـل، ولهـذا السبب فقـط يمكن تطبيقها بشكل عام) [١٤، ص ٥٢]. ان

المقارنة بين وجهات نظر انجلز واينشتاين توضح ان الأخير قد قدم على المستوى العام، تفسيراً مادياً للرياضيات. حيث رأى ان فرضياتها هي في التحليل النهائي مشروطة بالعلاقات المادية الحقيقية بين مواضيع العالم.

ولكن هل نستطيع ان نوفق بين آراء اينشتاين في الرياضيات التي اوضحناها في بداية هذا الجزء وبين ما ذكرناه الآن؟ الا يوجد تناقض بينهما؟ نحن نعتقد ان لا وجود لأي تناقض، لأن اينشتاين تحدث في الحالة الثانية عن اصل الرياضيات وارتباطها بالواقع، وفي الحالة الأولى عن مواضيع الرياضيات.

ان الرياضيات كما نعرفها، هي علم للأشكال الفراغية وعلاقات الكم. ومواضيع الرياضيات تجريدية ونظرية، خالية من المحتوى برغم انها تعكس العالم الخارجي. وهذه هي سمة الرياضيات التي ركز عليها اينشتاين عندما قال ان فرضياتها تستند على مواضيع خيالنا اكثر من مواضيع الواقع. ويعني بمواضيع خيالنا التجريد والتنظير المستنبطين من العالم الواقعي من خلال وعينا.

٦ ـ العالم قابل للإدراك:

لقد رأينا ان اينشتاين كان لصيقاً، عموماً، بمواقف المادية بخصوص المسألة الأساسية في الفلسفة. ولم يكن يشك في ان الطبيعة قد وجدت قبل الانسان وهكذا لا يجوز اعتبارها متوقفة على الادراك الحسي والوعي. ولم يكن متردداً ايضاً فيما يتعلق باصل المفاهيم العلمية، والمقولات، والقوانين العلمية، والفرضيات الرياضية. . الخ. فهو لم يفصلها عن الواقع المادي.

ولكن ماذا كان موقفه من القضايا الأخرى للمسألة الأساسية في الفلسفة؟ كما وضع انجلز هذه المسألة (هل ان فكرنا قادر على ادراك العالم الواقعي؟ هل نستطيع من خلال افكارنا وملاحظاتنا عن العالم الواقعي صياغة انعكاس صحيح عن الواقع؟) [١٥، ص ٣٤٦].

لقد اولى اينشتاين اهتماماً كبيراً لموضوعة القابلية على ادراك العالم

الخارجي، وآمن بامكانية العقل البشري في ادراك العالم: (ان اسس جميع الاعمال العلمية هي الايمان بان العالم هو عبارة عن كيان منتظم وشامل [١٦، ص ٩٨].

ان تدرك جوهر العالم يعني ان تعكسه في مفاهيم ثم تقارنها مع الواقع. (في الحديث هنا عن (امكانية الادراك) - كتب اينشتاين - فان التعبير قد استخدم بمعناه المتواضع. وهو يتضمن: انتاج نظام من نوع معين من خلال الانطباعات الحسية، وينشأ هذا النظام من استحداث مفاهيم عامة، وعلاقات بين هذه المفاهيم، وبواسطة علاقات محددة من نوعٍ معين بين المفاهيم والتجربة الحسية. وبهذا المعنى يكون عالم تجاربنا الحسية قابلاً للادراك) [١، ص ٢٩٢].

ان تفاؤل اينشتاين وايمانه في امكانية ادراك العالم نتج عن ايمانه العميق بوجود سلسلة القانون المحكوم وحالة السببية المشروطة في الطبيعة. وفي معالجته لمسألة الادراك انطلق اينشتاين من اعادة ادراك العالم الخارجي كموضوع للادراك وليس من الادراكات الحسية، كما اتهم سابقاً.

لقد قلنا سابقاً ان نتائج الاحساس، بالنسبة لاينشتاين، هي انعكاس العالم الخارجي. وقد اشار إلى الادراكات الحسية كموضوع للمعرفة بروح التقاليد المادية وليس بتعبير بريكلي اوماخ: فمن وراء الادراكات الحسية يميز اينشتاين العالم الخارجي. ان المعرفة التي تستند على النتائج التطبيقية هي بالنسبة لهيوم غير واقعية. وبالضد من ذلك اصر اينشتاين على ان نتائج الاحساس كانت مصدر معرفتنا. فكتب: (ان المادة الأولية الحسية «هي» المصدر الوحيد لمعرفتنا) (٢، ص ٢٨٥]. واكد على ان المادة (الأولية) غير المعالجة للعالم الخارجي «يمكن ان تؤدي بنا إلى الاعتقاد والتوقع ولكن ليس إلى المعرفة وتبقى عاجزة عن فهم العلاقات الثابتة للقانون» [٢ ص ٢٨٥]. وهكذا فإن المعرفة تعتمد على تشكيل المفاهيم العلمية واكتشاف قوانين الطبيعة التي يمكن ان نتوصل لها من خلال العمل العقلاني على نتائج الاحساس.

كما أن رفض اينشتاين للاأردية المتمثلة في شخص كانط، الذي اعتبر ان

جوهر مواضيع العالم الخارجي هو من حيث المبدأ غير قابل للادراك . واستناداً إلى كانط ، فان الظواهر لا تعكس جوهر الاشياء ولا ترتبط بها . في حين آمن اينشتاين بامكانية تمييز ومعرفة جوهر المواضيع المادية .

وكثيراً ما عرج اينشتاين على مسألة جوهر النظرية العلمية . ونحن نعرف ان بعضاً من معاصريه البارزين يؤمنون بقوانين الطبيعة على انها احكام اعتباطية . وفي رأيهم ، ان هذه القوانين ليست بالضرورة انعكاسات للعمليات الحقيقية للعالم الموضوعي ، ولكنها أطر سائدة وملائمة للوصف العلمي . ولكن اينشتاين اعتبر النظريات العلمية مجرد مفاهيم علمية لا يمكن ان تنشأ من دون الارتباط بالواقع ، وهكذا فهي نتاج لعملية الاطلاع على العالم الخارجي المعطاة لنا من خلال الادراكات الحسية . «ان الفكرة النظرية (شدد اينشتاين) لا تنشأ بعيداً عن التجربة او بدون الاعتماد عليها ، كما لا يمكن اشتقاقها من التجربة من خلال اجراء منطقي بحت . انها تنشأ بعمل ابداعي ، فحالما تُكتسب الفكرة النظرية ، فعلى المرء ان يعالجها بشكل سريع حتى تؤدي إلى استنتاج معقول» [١ ، ص ١٤] .

وكان يعتبر ان اية فرضية نظرية هي ، من حيث المحتوى ، انعكاس لعمليات العالم الخارجي ، اوكما عبر هو عن هذه الفكرة (ان كل مقدار وكل تأكيد للنظرية يرتبط بالمعنى الموضوعي «في اطار النظرية»)[٤ ، ص ٦٨٠] . وكتب في مناسبة اخرى «ستبقى دائماً المهمة الاساسية للنظرية العلمية هي مطابقتها للحقائق» [١٨ ، ص ١٢] .

ان النظرية ، كما فهمها اينشتاين ، لا يمكن ان تتلائم مع نفسها اومع «فكرة سرمدية» كما يفترض بعض المثاليين ، فبالنسبة له ، كانت النظرية متغيرة دائماً مع التجربة . ان النظرية العلمية في محتواها الفعلي ، لم تعتمد على وعي الانسان . واكد اينشتاين خلال حواره مع رابندارنت طاغور ، الذي كانت الحقيقة بالنسبة له فهماً رائعاً للعقل الشامل ، اكد على الفكرة التالية «انني لا استطيع ان

اثبت ان الحقيقة العلمية يجب ان تُدرك على انها حقيقة مستقلة عن البشرية، ولكني اؤمن بها بشكل راسخ. انا اؤمن على سبيل المثال، ان نظرية فيثاغورس في الهندسة تؤكد شيئاً قريباً من الحقيقة، وبشكل مستقل عن وجود الانسان، وعلى اية حال اذا كان هناك واقع مستقل عن الانسان، فان هناك حقيقة ايضاً تتناسب مع هذا الواقع، وبنفس الاسلوب فان انكار الأول سينتج عنه انكار لوجود الأخيرة» [٧، ص ٤٣].

٧ ـ الديالكتيك العفوي:

برغم ان اينشتاين لم يمس نظرية الديالكتيك، الا ان دراسة اعماله تُظهر عدم امكانية اعتباره مفكراً وعالماً ميتافيزيقياً «مضاداً للديالكتيك». فنظرته للعالم ديالكتيكية في جوهرها. ولن نناقش هنا عناصر الديالكتيك الموضوعي التي تنتج عن تحليل نظريتي النسبية الخاصة والعامة ولكننا سنتناول بعض وجهات نظره حول علم الفيزياء بشكل عام، اضافة إلى بعض تصريحاته حول المسائل الابستمولوجية التي تؤكد الاستنتاج بان اينشتاين كان يمتلك حدساً ديالكتيكياً عميقاً. وهي تُظهر ان ملاحظة انجلز يمكن ان تنطبق تماماً على اينشتاين «ان الناس قد فكروا طويلاً بشكل ديالكتيكي قبل ان يعرفوا ما هو الديالكتيك، مثلما تحدثوا بالنثر طويلاً قبل ان يوجد مصطلح النثر» [١٤، ص ١٧٠].

نحن نعرف ان حاجات التطبيق العملي الاجتماعي في القرنين السادس والسابع عشر، قد احدثت انقلاباً في دراسة الطبيعة. وبذات الوقت فان الطريقة الميتافيزيقية في الدراسة كانت قد اتخذت شكلها الواضح وارتفعت تدريجياً لتصبح منهجية فلسفية شاملة. وقد سيطرت النظرة الميتافيزيقية للعالم لعقود كاملة، وحسب هذه النظرة فان عناصر الطبيعة منفصلة وبالتالي فان مفاهيم هذه العناصر كانت تؤخذ دون الرجوع إلى تطورها اوالى العلاقات الشاملة بين الاشياء. وبرغم ذلك فقد ظهرت بعض الأفكار الديالكتيكية. فالعلماء الذين كانوا

يمتلكون نتائج تطبيقية كافية للوصول إلى خلاصات عامة قد تخطوا حدود وجهات النظر الميتافيزيقية.

فقد سار كل من كوبرنيكوس، كبلر، نيوتن وغيرهم من العلماء الطبيعيين، خلال اكتشافاتهم العظيمة، على الفكرة الديالكتيكية لترابط الكون ووحدة الطبيعة. ووجد علماء الطبيعة في القرنين الثامن والتاسع عشر انفسهم في وضع متناقض، فهم من جانب يخضعون لسيطرة المنهج الميتافيزيقي، ومن جانب آخر، فان الواقع الذي يدرسونه يكشف لهم شيئاً فشيئاً عن الطبيعة الديالكتيكية للعالم الموضوعي. وكان اينشتاين قد وجد نفسه في وضع مشابه، ولكن ثروة النتائج التطبيقية اكدت له ان العالم الخارجي هو وحدة مادية متكاملة كما رأى «روعة وعظمة النظام الذي يكشف عن نفسه في الطبيعة وفي عالم الفكر» [١، ص ٣٨].

وكان اينشتاين متأثراً ايضاً وبشكل عميق بافكار لوكريتيوس وسبينوزا. حيث كتب عن الأخير بأنه (كان واثقاً تماماً بالتبعية السببية لجميع الظواهر في وقت كان فيه النجاح المصاحب للمساعي الهادفة للوصول الى معرفة العلاقة السببية لظواهر الطبيعة لا يزال متواضعاً) [١٩، ص ١١].

وكان اينشتاين متفقاً تماماً مع التصور الخاص بالتبعية السببية لظواهر الطبيعة. وشدد على ان الصلات السببية التي كانت موضوعية في الطبيعة، قد اصبحت علاقات للعالم الخارجي. ولهذا عارض وجهات النظر الذاتية لهيوم وماخ القائلة بان التبعية السببية هي التعود على استقبال حدث ما بعد الآخر. فكتب (انه رائع حقاً، الايمان بالسببية الفيزيائية التي لا تتوقف حتى بارادة الكائن البشري) [٨، ص٥٤ ـ ٥٥]. ولفترة زمنية مضت سيطرت على الغرب فكرة وجود حرية ارادة في الطبيعة اللاعضوية. حيث اكدت هذه الفكرة على ان معظم العمليات الغامضة تجري في العالم المجهري.

وكانت الخلاصة التي وُضعت في بعض الأحيان، وهي عدم وجود السببية في العالم الخارجي بشكل عام. وكان اينشتاين ضد مفهوم اللاحتمية

(Indetrminism) ، بأي شكـل كان حيث يقـول عن هذه الفـرضية المثالية (ان هذا الهراء ليس عادياً، انه هراء كريه . . ان اللاحتمية هي مفهوم غير منطقي) [١٠ ، ص ٢٠١ - ٢٠٢].

ولكن اينشتـاين لم يكن يمتلك صورة محددة المعـالم وواضحـة عن مفهـوم السببيـة عنـدمـا بدأ في دراسة عمليات الميكانيك الكمي . ومن المعروف ان هناك تجليـات مختلفـة للسببيـة تعتمـد على خواص المـوضوع الخاضع للدراسة . على سبيـل المثـال، خلال العمليـات الكبـيرة او الـواسعـة النطـاق، يُعبر عن السببية بشكـل قوانـين غير غامضـة اوديـناميـه ، وفي العـالم المجهـري من خلال قوانـين استـاتيكيـة . وكـان لاينشتـاين رأي متشكـك في التصـور الاستـاتيكي للعـلاقـة السببية . وكتب ان «نظرية الكم الحديثة تحمل ضعفاً في مفهوم السببية» [٢٠ ، ص ٧٥٨].

ولكن على الضـد من الفـلاسفـة الـبرجـوازيـين الـذين فسـروا الطبيعـة الاستاتيكية لقوانين العالم المجهري على انها تعبير عن نهاية مفهوم العلاقة السببية في الطبيعة والمجتمع ، وانها اثبات لـ (الارادة الحرة) للاكترون . . الخ ، فقد شدد اينشتاين على ان الانحراف عن المفهوم السابق للسببية «لا يفتح باباً خلفياً للدفاع عن الارادة الحـرة» ، وهكـذا فلم يكن هنـاك «أي مكـان لـ (الارادة الحرة) ضمن اطار التفكير العلمي ، ولم يوجد أي منفذ لما يسمى بـ «مذهب الحيوية») [٢٠ ، ص ٧٥٨].

ان اطار اينشتاين الديالكتيكي عن العقل قد اوصله إلى خلاصة مفادها ، ان العلماء وقبل معالجة العمليات في العالم المجهري ، يتعاملون مع مبدأ السببية في شكله البـدائي . وفي محاولـة لاسبـاغ طابـع مطلق على هذه الفرضية ، فقد قاموا بتوسيعها كي تشمل عمليات العالم المجهري ايضاً وحقيقة الأمر ان التصور الحالي للسببيـة محصـور بسمـة تشكـل جزءاً من حدود المفهـوم الذي لم يُعط له إلى الآن تفسيراً واضحاً . «أنا اؤ من الآن» كتب اينشتاين «ان الاحداث في الطبيعة يسيطر

عليها قانون صارم ودقيق اكثر مما نعرفه اليوم، عندما نتحدث عن حدث ما يكون سبباً لحدث آخر» [١٠، ص ٢٠٣].

وهكـــذا، لا توجـد عمليـات في العـالم، حسب رأي اينشتـاين، يمكن اعتبـارهـا عمليـات عشوائية اومنفصلة. ان الكون خاضع لسيطرة نظام صارم او قانون، وكل شيء فيه مترابط مع الآخر ومشروط بشكل متبادل.

ان هيمنـة الميتـافيـزيقيا قد تركت اثرها ايضاً على تفسير ديناميكية المفاهيم العلميـة، والنظـريـات، واسس العلم، فطـالما ان مواضيع العالم الخارجي والعالم ككـل تبـدو ثابتة من ناحية الزمن، فان انعكاساتها في المفاهيم العلمية والنظريات كانت تُقبل ايضاً على اساس انها مُعطاة مرة وإلى الابد، وغير قابلة للتغير.

ولن نتحـدث هنـا عن مأثرة مؤسسي المادية الديالكتيكية في دحض النظرة الميتافيزيقية للعالم. ولكن دعونا نرى كيف فسر اينشتاين هذه القضية وكيف سعى لحلهـا. فقـد رأى بشكـل عام عجـز المنهـج الميتـافيـزيقي، وانتقد اولئك المؤمنين بسرمدية المفاهيم العلمية. فاذا كنا نريد للمفاهيم العلمية ان تُسهل عملية التطور العلمي، فان ذلك يعني ضرورة تنقيحها وتوسيعها بين آونة واخرى كي تتلاءم مع التطـورات الحـديثـة في عمليـة ادراك العالم الخارجي. كتب اينشتاين «ان الوضع سيتغير عندما تكون هناك ضرورة لاستبدال احد المفاهيم المألوفة بمفهوم آخر اكثر وضوحاً ودقة بما يتلاءم وحاجات التطور في نظام أية مسألة. وعندئذ سيقوم اولئك الذين استخدموا نفس المفهوم بصيغته الفضفاضة بحملة مقاومة كبيرة شاكين من الخطـر الـذي يتهـدد الأشيـاء المقـدسـة. وتختلط مع هذا النحيب اصوات اولئك الفـلاسفـة المعتقـدين باستحـالـة العمـل بدون هذا المفهـوم لأنهم قد وضعـوه في خزانتهم لـ (المطلقات) و (البديهيات).. الخ وباختصار، بسبب رصها في مقولة فانهم ينادون بها كمبدأ ثابت لا يتغير» [٥، ص ١٠٢].

فطـالمـا ان المفـاهيم العلميـة التي تشكل الاساس المنطقي لقوانين الطبيعة ليست استاتيكية ولا مطلقة، فلا يمكن اعتبار القوانين مطلقة ايضاً، حسب رأي

اينشتاين «ان القانون لا يمكن ان يكون محدداً لسبب واحد وهو ان التصورات التي صيغ القانون على اساسها تتطور ويمكن ان تثبت عدم صلاحيتها في المستقبل» [١٦، ص ١٠٠].

ان فكرة تقديم الفيزياء عموماً ومسائلها الاساسية باعتبارها علماً ثابتاً لا يتغير لم تكن مقبولة من قبل اينشيتاين ايضاً. وبالضد من بعض العلماء، فقد رأى الفيزياء كعلم دينامي وتاريخي. فكتب في هذا السياق «ان ملاحظاتنا للواقع الفيزيائي لا يمكن ان تكون نهائية ابداً. يجب ان نكون مستعدين دائماً لتغيير هذه الملاحظات ـ او ما نسميها بالقاعدة البديهية للفيزياء ـ في سبيل الوصول إلى الحقائق بافضل الطرق المنطقية. والواقع ان نظرة سريعة على تطور الفيزياء تظهر لنا حدوث تغيرات عديدة وواسعة مع مرور الزمن» [١، ص ٢٦٦].

ان موقف العديد من الفيزيائيين ازاء ميكانيك نيوتن معروف تماماً. حيث كان هذا الميكانيك، حتى القرن العشرين يُقدم على انه علم ثابت لا يتغير، قادر على ان يوفر اجابات على جميع الاسئلة حول بنية المادة اللا عضوية، بل ان البعض اعتقد انه مفتاح لادراك المادة العضوية ايضاً. ولكن اينشتاين ادرك ان ميكانيك نيوتن هو في الجوهر علم نسبي. وفي مقالاته بمناسبة الذكرى المئوية لميلاد تومسون ـ احد الفيزيائيين البارزين واحد المدافعين اللامعين عن ميكانيك نيوتن ـ قدر اينشتاين مساهمات هذا العالم في تطور الفيزياء، لكنه تحدث في نفس الوقت «بشيء من التراجيديا» عن نشاطه العلمي. ويكمن هذا العنصر التراجيدي حسب رأيه في حقيقة ان تومسون آمن بشكل اعمى حتى وفاته بالسمة المطلقة لميكانيك نيوتن. «ان تومسون الذي اعتقد حتى يوم وفاته بسلامة اسس المعرفة الفيزيائية، سيصاب بصدمة لو استطاع ان يرى ما وصل اليه العلم اليوم» [٢١، ص ٦٠١].

ان استنتاج نسبية المعرفة الفيزيائية لم يجبر اينشتاين على نبذ العالم الخارجي والحقيقة الموضوعية، كما كان الحال مع عدد من الفيزيائيين الذين يُسمون بالمثاليين

(الفيزيائيين) . لقد اعتقد لينين بان السبب في توجه بعض الفيزيائيين الى المثالية عن طريق النسبية هو نبذهم للديالكتيك : «ان السببُ الآخر الذي اعطى دفعة للمثالية «الفيزيائية» ، هو مبدأ النسبية ، نسبية معارفنا ، المبدأ الذي فرض نفسه بالقوة على الفيزيائيين في مرحلة تحطيم النظريات القديمة ، والذي يؤدي لا محالة - في حال الجهل بالديالكتيك - إلى المثالية» [٢٢ ، ص ٣٠٨] .

ان اينشتاين لم ينبذ ميكانيك نيوتن ، بل وضعه في موضعه المناسب ضمن هيكل المعرفة الفيزيائية ، ايماناً منه بان الاستنتاجات النظرية للميكانيك ملائمةً فقط لجزء محدد من الظواهر . فكتب «علينا اولاً ان نرى بوضوح إلى أي مدى استطاع الميكانيك الكلاسيكي ان يبرهن انه صالح لأن يكون اساساً لكل الفيزياء» [١ ، ص ٣٠١] . وعلى العكس من الميتافيزيقيين ، اكد اينشتاين على التواصل بين النظريات الفيزيائية . وفيما يتعلق بتأثير ميكانيك نيوتن على عدد من مسائل الفيزياء النظرية كتب يقول : «ان كل التطورات في افكارنا حول عمليات الطبيعة . . يجب ان تعتبر تطويراً عضوياً لأفكار نيوتن» [١ ، ص ٢٦١] .

لقد ادرك اينشتاين ان جميع معارفنا كانت حقيقة نسبية ، حيث شكلت جميعها مراحل معينة لبلوغ المعرفة الكاملة ، وبرغم ان اعماله لم تتضمن دراسة العلاقة المتبادلة بين الحقيقة المطلقة والنسبية ، يمكن ان نرى انه عبر في العديد من المناسبات ، عن افكار مشابهة بتعبير ديالكتيكي عفوي . فعلى سبيل المثال ، اكد ان مفاهيم نيوتن وفرضياته الاساسية كانت مجرد اقتراب من الحقيقة . وحول امكانية رسم صورة فيزيائية كاملة للعالم ، اكد ، ان المرء يستطيع نظرياً ان يضع حلاً لمثل هذه المهمة ، لكنه لن يتمكن عملياً من تحقيق ذلك . [١٠ ، ص ١٢] . وفي (الفيزياء والواقع) الذي تناول فيه ديناميكية التفكير العلمي ، طرح نفس الاستنتاج موضحاً ان تراكم المعرفة يؤدي إلى معرفة متكاملة اكثر فأكثر [١ ، ص ٢٩٣ - ٣٢٣] .

وتظهر نوعية التفكير الديالكتيكي لأينشتاين، كما رأينا سابقاً، في تفسيره للعلاقة المتبادلة بين النظري والتطبيقي. فهو لم يلتزم ـ خلافاً للعلماء الميتافيزيقيين بأي من هذين الجانبين، ولم يفصل السببية المنطقية في الادراك عن العالم الموضوعي: «... التفكير لوحده لا يمكن ان يؤدي ابداً إلى معرفة المواضيع الخارجية. ان الادراك الحسي هو بداية الابحاث، ويستطيع التفكير النظري ان يصل إلى الحقيقة بعلاقته مع اجمالي التجارب» [٢٠، ص ٧٥٧ ـ ٧٥٨]. وفي مناسبة اخرى: «كل المعرفة عن الواقع تبدأ من الممارسة وتنتهي فيها»*. [١، ص ٢٧١]. وفي سجاله مع أولئك الذين نسبوا إلى غاليليو انكاره المنهج الاستدلالي. (Deductive method) كتب اينشتاين: «لقد بات واضحاً أن غاليليو قد اصبح اباً للعلم المعاصر من خلال استبداله المنهج الاستدلالي، التأملي بالمنهج التطبيقي، التجريبي. لكنني اعتقد ان هذا التفسير لم ينلْ قدراً كافياً من التمعن والتفحص. فلا وجود لطريقة تطبيقية بدون مفاهيم تأملية (Speculative) وانظمة، ولا وجود لتفكير تأملي لا تُظهر مفاهيمه المادة التطبيقية التي انبثق منها. انه خطأ فادح وضع تضاد حاد بين الموقف التطبيقي والاستدلالي. وهذا شيء غريب عن غاليليو» [٢٤، ص ١٧].

انها حقيقة ان الاختلاف في العلم يُسهل عملية التعمق في جوهر الظواهر المنفصلة في العالم. ولكن في ظل غياب معرف كافية بالديالكتيك فان هذه العملية يمكن ان تولد عزلاً ذهنياً فكرياً لهذه الظواهر.

ولقد احس اينشتاين بهذا الخطر الميتافيزيقي. ان الاختلاف قد نتج مع خطر فقدان الخيط الواصل بين كتلة الظواهر المنفصلة، الخيط الضروري جداً

---

* ـ لقد عبر لينين عن هذه الفكرة بالصيغة التالية: من المشاهدة الحية إلى التفكير المجرد ومنه إلى الممارسة ـ هذا هو الطريق الديالكتيكي لادراك الحقيقة، لادراك الواقع الموضوعي. [٢٣، ص ١٧١].

للوصول إلى ادراك اعمق للشيء المُعطى. وقد اعطى اينشتاين صورة واضحة تماماً لهذه الفكرة من خلال تطور علم الطب: (في الطب ايضاً، اصبح التخصص شيئاً لا يمكن الاستغناء عنه مع زيادة المعارف، ولكن في هذه الحالة فان للتخصص حدوده الطبيعية، اذا ما خرج جزء ما من الجسم البشري عن انسجامه مع الجسم ككل ستكون الحاجة ماسة إلى شخص ذي معرفة عميقة بالنظام المعقد لارجاعه إلى الوضع الصحيح، وفي الحالة المعقدة، ستكون الحاجة فقط إلى شخص متخصص يمتلك فهماً كاملاً للحالات المضطربة. ولهذا السبب فان المعرفة الشاملة للعلاقات السببية العامة هي مسألة لا غنى عنها بالنسبة للطبيب) [٢٠، ص ٧٥٥].

ان تحليل آراء اينشتاين حول المسائل الابستمولوجية لعلم الطبيعة يوضح تماماً السمة الديالكتيكية في تفكيره.

* * *

ان دراسة نظرة اينشتاين للعالم تبرر الاستنتاج بانها لم تكن متطابقة مع اية نظرة فلسفية مثالية. وان محاولات ربط افكاره بالبر يكلية والكانطية والوضعية الجديدة، وبمذهب الأنانة.. الخ لايمكن الدفاع عنها وتبريرها. فهو لم يتفق مع أي من الآراء الاساسية لهذه المذاهب المثالية. وفي موقفه ازاء العالم الخارجي كان اينشتاين مادياً عفوياً وديالكتيكياً. ويظهر هذا الاستنتاج ايضاً من طبيعة اكتشافاته الفيزيائية. ان النظرية النسبية يمكن تعتبر بحق، واحدة من أهم اكتشافات علم الطبيعة مطابقة مع المادية الديالكتيكية. فاكتشافات اينشتاين الفيزيائية ادت إلى تنقيح جذري للمفاهيم الميتافيزيقية القديمة حول الزمان والمكان. فعلى سبيل المثال، اثبتت النظرية النسبية الخاصة ان التغير في سرعة الشيء المتحرك يولد تغيراً في سماته الزمكانية، وكشفت عن الوحدة الديالكتيكية لصفات المادة.

كما طورت النظـريـة النسبيـة العامة الآراء حول المكان والزمان . فاكتشاف حقيقـة ان كتلة الاجســام تقــرر البنية الهندسية للزمان والمكان، قد اشار إلى وجود رابطة عضوية عميقة بين المكان والزمان والمادة .

ان الفكرة المادية الديالكتيكية حول المكان والزمان باعتبارهما شكلين لوجود المادة قد تعززت وتطورت من خلال علم الطبيعة بصورة كبيرة .

اينشتاين والنزعة الاجرائية لـ (بريجمان)

يرتـدي التحليـل النقـدي لفلسفـة النـزعـة الاجرائية أهمية بالغة في سبيل الـوصـول إلى فهم اعمق لآراء اينشتاين الفلسفية، وفي المقام الأول منها، تصوره عن طريقة الادراك العلمي. وقد قام بوضع هذه الفلسفة، العالِم الامريكي البارز ب. و. بريجمان (١٨٨٢ - ١٩٦١)م، في فيزياء الضغط العالي، والحائز على جائزة نوبـل عن دراســاتــه في هذا الميـدان. فقـد سعى بريجـمان ومن مواقف النـزعـة الاجـرائيـة، إلى نقـد محتـوى الفيـزيـاء المعـاصـرة، وخصـوصـا النظرية النسبية لأينشتاين. وفي عام ١٩٤٩ اشترك أينشتاين وبريجمان في مناظرة نشرت في مقالتين ضمن كتــاب بعنــوان «الــبرت اينشتــاين: الفيلســوف - العــالِم» [١، ص - ص ٣٣٣ - ٣٥٤، ص - ص ٦٦٣ - ٦٨٨].

كانت المسألـة الأساسية التي عالجتها النزعة الاجرائية، هي تعريف محتوى المفـاهيم الفيـزيـائيـة. فالاختلاف بين الفيزياء والرياضيات يكمن في ان مقادير معـادلات النظـريـة الفيـزيـائيـة ترتبط بنتائج المراقبة والتجارب. كما ان الفيزياء تحتـاج إلى تفسـير تجريبي لشكليتها (Formalism). وعادة ما يتم الافتراض بأن

خواص المواضيع الفيزيائية الحقيقية، والتي نشأت من خلال التجارب الفيزيائية، تتطابق مع المفاهيم الفيزيائية. وان هذه الخواص هي التي تحدد محتوى المفاهيم الفيزيائية.

ولكن بريجمان لم يكتفِ بهذا الحل. فمحتوى المفاهيم الفيزيائية، حسب رأيه، لا يتجدد بواسطة خواص الاشياء، وانما بالاجراءات التي تقوم بها على تلك المفاهيم، فكتب «ان الفكرة الاساسية التي تقف وراء التحليل الاجرائي، هي فكرة بسيطة للغاية. مجرد اننا لا نعرف معنى المفهوم الا اذا تمكنا من تعيين الاجراءات التي استخدمناها نحن او غيرنا في تطبيق المفهوم على أية حالات ملموسة» [٢، ص ٧].

واعتقد بريجمان ان النظرية النسبية الخاصة تتلائم تماماً مع مبادىء النزعة الاجرائية، بل انها واحدة من الاثباتات الهامة لهذه المبادىء. فالمكسب الرئيسي لنظرية اينشتاين كان استناداً إلى بريجمان كما يلي: «في المقام الأول، ادرك اينشتاين ان البحث عن معنى المصطلح يجب ان يتم في الاجراءات المستخدمة في تطبيق المصطلح. فاذا كان المصطلح قابلاً للتطبيق على حالات فيزيائية ملموسة، مثل (الطول) او (التزامن). فان ذلك يعني ضرورة البحث عن المعنى في الاجراءات التي من خلالها يتم تحديد طول المواضيع الفيزيائية الملموسة، او في الاجراءات التي يتم من خلالها تحديد ما اذا كان حدثان فيزيائيان ملموسان، متزامنين ام لا» [ص ٣٣٥].

لقد كانت النزعة الاجرائية موجهة بشكل مباشر ضد التفسير التأملي للمعرفة الفيزيائية، الذي استخف بدور القياسات. ولكن النزعة الاجرائية نفسها، لم تقدم تقييماً صحيحاً لدور القياسات في الفيزياء، التي تضمنتها النظرية النسبية الخاصة. فمن وجهة النظر الاجرائية، لم تقم النظرية النسبية الخاصة بوصف العالم الفيزيائي على الاطلاق، بل مجرد اجراءات القياس واجهزة القراءات. فعلى سبيل المثال، يمتلك الطول في النظرية النسبية اساساً اجرائياً، اكثر من

امتلاكه لأساس موضوعي. ويشرح بريجمان ذلك بقوله: «. . . ان الطريق الصحيح الذي نميز به الطول في الحركة، سيكون مهمة التعريف لطول الموضوع المتحرك» [١، ص ٣٣٦].

وتبدو النزعة الاجرائية غير مبررة من وجهة نظر المبادىء المادية التي يتبعها عفوياً اي فيزيائي. فالقياسات خصوصاً، واستناداً إلى وجهة النظر هذه، هي مجرد اظهار لتأثيرات نسبية ـ ليست من استحداثهم. انها وسائل ادراك خواص العالم الموضوعي، وليست من استحداثهم.

وثمة نقطة جوهرية اخرى، وهي ان تطور النظرية النسبية الخاصة قد اوجد تفسيراً يقول بعدم وجود مكان لا للمراقبين فحسب، وانما للأجهزة واجراءات القياس ايضاً، فالتعبير الذي تقبل به النزعة الاجرائية ـ ونحن نشير إلى التفسير المعبر عنه في فضاء مينكوفسكي، تكون الاختلافات في طول عصا القياس، وكذلك الفواصل الزمنية في مختلف أطر الاشارة، غير مرتبطة مع اي اجراء للقياس، وتبدو كنتائج بسيطة لحقيقة ان للفاصل الزماني والمكاني الواحد اسقاطات مختلفة في الطول ضمن انظمة الاحداثيات المختلفة. لقد رُفض هذا التفسير الذي يناقض النزعة الاجرائية، على نحو مميز من قبل اتباعها باعتباره غير مبرر اجرائياً، ولكن بحقيقة الأمر كان لهذا التفسير أهمية عظيمة في تطوير النظرية النسبية الخاصة والانتقال منها إلى النظرية النسبية العامة.

ان المنهجية الاجرائية لا تعرض سمات الذاتية فحسب، وانما سمات التجريبية ايضاً. اذ ان الحدود القاسية التي فُرضت على المفاهيم الفيزيائية المستخدمة هي نتيجة لهذه المنهجية. فاذا لم تكن في موقف يُظهر الاجراءات التي يجري فيها استخدام المفهوم، فان الاخير سيكون فارغاً حسب الرأي الاجرائي، ويجب ابعاده عن الفيزياء. وليس من الصعب تخيل نتائج تطبيق هذه المنهجية على النظرية النسبية العامة. فهذه النظرية بشكليتها الرياضية المجردة تتناقض مع

التصـور الاجـرائي عن المعـرفة العلمية، وذلك لأن العديد من مفاهيمها لا ترتبط مباشرة مع الاجراءات الفيزيائية.

ومـع بدايـة تحليله النقـدي للنظرية النسبية العامة، وضع بريجمان ملاحظة اكـد فيهـا بأنـه لن ينتقـد الأوجـه الفيزيائية ـ الرياضية لهذه النظرية، وان اهتمامه الاساسي منصب على اسسها الفلسفية: «هنالك وجهان عامان للنظرية النسبية العامة يمكن ادراكهما :

أولاً؛ ثمـة بنـاء ريـاضي لنظـام المعـادلات والقـواعد، التي يتم بواسطتها تصحيح رموز المعادلات، ارتباطاً بنتائج الاجراءات الفيزيائية.

ثانياً؛ ثمة موقف للعقل، او ما يمكن ان اسميه أنا بالفلسفة التي توصلنا إلى الحجـج والـبراهـين التي تشتق منها المعادلات، والى تقبل ان هذه المعادلات المشتقـة تمتلك شرعيـة فيـزيـائيـة. . ونحن مهتمون هنا بفلسفة اينشتاين اكثر من اهتمامنا بالمعادلات التي استنبطها من خلال فلسفته» [١، ص ٣٤٧].

ولكن، اتضـح فيـما بعـد ان هذه الملاحظة لم تكن سوى حبر على الورق. ففلسفة اينشتاين ترتبط بصورة وثيقة مع معادلاته. ولهذا السبب أضطر بريجمان لا لمنـاقشـة المسلّمات الفلسفية فحسب، وانما المحتوى الفيزيائي ـ الرياضي للنظرية النسبية العامة ايضاً. ونتج عن ذلك ان العديد من المفاهيم الاساسية لهذه النظرية لم تعـد مقبـولـة من وجهة النظر الاجرائية، وبالأخص منها، مفهوم الحدث. فأي حدث يعني نقطة تتعين بثلاثة احداثيات مكانية واحداثي زماني واحد يكون خالياً من أي معنى فيزيائي، وفقاً لبريجمان. فالاحداثيات هي دائماً احداثيات لموضوع فيـزيـائي حقيقي. وبعيـداً عن الاسـاس الفيزيائي فاننا لن نتمكن من تحديد أي شيء، فالفضاء يمكن ان يتعين بالاحداثيات. وهكذا فان مفهوم الحدث باعتباره نقطـة في فراغ ذي اربعـة اتجـاهـات زمكـانيـة، سيتحـول إلى شيء زائف على المستوى الفيزيائي.

وبنفس الشدة عارض بريجمان مفهوم النظام الاحداثي الكيفي. فهو خالٍ

ايضـاً من اي معنى اجـرائي . فالنظـام الاحـداثي يصبح ذا معنى فيزيائي فقط، عندما يرتبط بالمراقب وادواته . وكان لمفهوم التوحد النسبي (Covariance) للقوانين المطبقـة من قبـل أينشتـاين في النظـرية النسبية العامة نهاية مشابهة : فقد اعترض عليه بريجمان باعتباره خالياً من المعنى الاجرائي .

بيـد اننـا نعـرف ان مفـاهيم الحدث، والنظام الاجرائي الكيفي، والتوحد النسبي (Covariance) هي ملاحظات اساسية للنظرية النسبية العامة . وهكذا فان التخلي عن هذه المفـاهيم يجعـل من النظرية النسبية العامة مجرد لغوفارغ . وانهى بريجمان مقـالـه بالكلمات التالية : «من خلال ايمانه بامكانية الابتعاد عن اي نظام احداثي خاص، وايمانه بالنتائج المثمرة لعلمه، وبمعالجته للحدث باعتباره اصلياً وغير محللاً، فقد ادخل (أينشتاين) إلى النظرية النسبية العامة وبصورة دقيقة غير قابلة للانتقـاد، وجهـة النظر قبـل الاينشتاينية التي عرضها لنا بكل ثقة في نظريته الخاصة، والتي تُخفي امكانية/الدمار» (١، ص ٣٥٤].

وكـان اينشتـاين قد قرأ ما كتبـه بريجمان ضمن مسـودات الكتـاب (البرت اينشتـاين: الفيلسـوف، العـالِم)، فكتب رداً وضعَـه في نهايـة المقـالات بعنـوان (مـلاحظـات حول المقالات . .) ولم يتضمن هذا الرد نقداً تفصيلياً لآراء بريجمان، لكنـه نجـح في التعبيـر بصـورة موجـزة وبليغة عن الاختلاف بين تفسيره للنظرية النسبية وتفسير النزعة الاجرائية لها : «من اجل ان نتمكن من دراسة نظام منطقي مثل النظرية الفيزيائية، فانه ليس من الضروري المطالبة بان تُفسر بشكل مستقل جميـع تأكيـداتهـا و(تُختـبر) اجـرائياً . وفي الواقع، لم ولن تستطيع اية نظرية تحقيق ذلـك . ومن اجـل ان نتمكن من دراسـة نظـريـة مثـل النظرية الفيزيائية، يصبح الشيء الضـروري، هوتضمـين هذه الـدراسـة الاختبـار التجـريبي لتأكيـدات النظرية بشكل عام» . [١، ص ٦٧٩].

ان هذه الاقتبـاسـات من اعـمال اينشتـاين وبـريجمان تُظهـر بوضـوح تام الاختـلاف بين الطـرائق الابـداعيـة والآراء حول طبيعـة المعـرفة الفيزيائية لهذين

العـالمـين. فقـد امن اينشتـاين بما يسمى بالمنهج الفرضي ـ الاستنباطي للادراك، باعتبـاره اكثـر المنـاهـج ملاءمةً لأهداف الفيزياء. ووفقاً لهذا المنهج او المخطط فان المبـادىء النظـريـة هي التي تُصاغ اولاً ثم تُستخرج منها النتائج التجريبية بشكل استنباطي، وان اساس المبادىء النظرية هو (الابتكارات الحرة) لعقل العالِم.

وعـبر اينشتـاين عن فكـرة الابتكـار الحـر للمبـادىء النظرية في العديد من أعـمالـه. فكتب في مقالته المعنونة (بصدد منهج الفيزياء النظرية) مايلي: «ان النظام الكـامـل للفيـزياء النظرية يقوم على المفاهيم والقوانين الاساسية التي يُفترض ان تكـون شرعيـة بالنسبـة لكـل من المفـاهيم والخلاصات التي يتم التوصل اليها من خلال الاستنبـاط المنطقي. وهـذه الخـلاصـات هي التي يجب ان ترتبـط بتجاربنا المنفصلة... ان بنيـة النظـام هي عمـل العقـل. وعلى المحتـوى التجريبي لهذا النظـام وعـلاقـاته المتبادلة ان تجد تعبيراً لها في خلاصات النظرية. وتكمن القيمة العظمى وشرعية كل النظام في امكانية وجود مثل هذا التعبير، وخصوصاً بالنسبة للمفـاهيم والقـوانـين الاسـاسيـة التي يحتـويهـا. وبعيـداً عن ذلك، فان المفاهيم والقـوانـين الاسـاسيـة هي ابتكـارات حرة للفكـر الانسـاني، لا يمكن ان تثبت اهليتها، لا بطبيعة ذلك الفكر، ولا بأي اسلوب بديهي آخر» [٣، ص٢٧٢].

ولكن أينشتـاين لم يفسـر مصطلح (الحرية) بلغة الاعتباطية الذاتية لصياغة المبـادىء النظـريـة. فقد وضح ان الحرية في هذه الحالة لها معنى مميز ونوعي: «ان حرية الارادة هي من نوع خاص عموماً، فهي لا تشبه ابداً حرية كاتب الرواية. بل انهـا شبيهـة بالانسـان المشغول بحل لغز الكلمات المتقاطعة. اذ يقوم في الواقع بافتراض كلمة ما، ولكن ثمة دائماً كلمة واحدة فقط هي التي يمكن ان تحل اللغز في جميع اجزائه» [٣، ص ٢٩٤ ـ ٢٩٥].

لقد فسر اينشتاين الحرية بتعبير الـ (ضد الاستقرائية)، بانه امكانية صياغة المبادىء النظرية التي لا تُستخرج مباشرة من التجربة، على أرضية منطقية بحتة، تلك هي الحـريـة التي ساعـدت على ظهـور النسبيـة العامة. ومن المفيد التشديد

هنا، بان هذه النظرية لم تأتِ من حقيقة تجريبية واحدة ـ تساوي مقادير الجاذبية الأرضية والقصور الذاتي، وهذه الحقيقة لم تؤدِ للتوصل إلى النظرية النسبية العامة، لكنها ترتبط بها فقط تحت ظرف له تفسير محدد. فاذا غُيِّر هذا التفسير بطريقة معينة، فان هذه الحقيقة يمكن ان تعتبر بمثابة أساس تجريبي للنظرية المنافسة، اكثر من اعتبارها اساساً للنظرية النسبية العامة. ومثال على ذلك نظرية الكمية ـ العددية للجاذبية. وحتى لو أُعطي لتساوي مقادير الجاذبية والقصور الذاتي تفسير يؤدي إلى النظرية النسبية العامة، فلا يمكن اعتبار ذلك اساساً هاماً بالنسبة للنظرية. ولا يمكن استخراج الخلاصة القائلة بأن الجذب هو هندسي بطبيعته، كما لا يمكن استخراج معادلات التوحد النسبي لمجال الجاذبية من هذه الحقيقة. فلاستخراج هذه الخلاصات، ثمة حاجة إلى المزيد من الفرضيات ذات الطبيعة الرياضية. وبشكل خاص، فان استنباط معادلات الجاذبية يتطلب التسليم بالشروط السابقة: المكان ـ الزمان ذو الابعاد الأربعة، وتناظر الكمية الممتدة المترية، وثبات المعادلات في ظل مجموعات التحول المستمرة.

ان المنهج الفرضي ـ الاستنباطي ومبدأ الحرية بانشاء المبادىء النظرية الاساسية لم يكونا خاصة الفيزياء النسبية فقط، حسب رأي اينشتاين، فالفيزياء اجمالاً تتبع هذا المنهج منذ نشأتها، وهو ايضاً ميزة التطور في التفكير الفيزيائي المعاصر.

ان المنهج الفرضي ـ الاستنباطي في ادب اينشتاين هو مبدأ مرفوض من قبل النزعة الاجرائية. فهذا المنهج يفترض امكانية التجسيد التجريبي الشامل للنظرية الفيزيائية عموماً. ولكن استناداً إلى بريجمان، فان المهمة تكمن في اثبات التجريبي لعناصر النظرية ـ أي دراسة المفاهيم والمبادىء بشكل منفصل. ان مثل هذا النوع من التحليل كما يعتقد بريجمان هو الوحيد القادر على ابراز معنى التجسيد التجريبي للنظرية.

ان رغبة بريجمان في تحديد مستقبل كل افتراض للنظرية الفيزيائية من خلال فصل الاثبات التجريبي، هي رغبة غير مبررة. فالفيزياء تضم دائماً، بالاضافة إلى المفاهيم التي تكون عرضة للتفسير التجريبي المباشر، صروحاً نظرياً مجردة غير مرتبطة بشكل مباشر مع التجربة. وباتباع منطق النزعة الاجرائية، يكون من الواجب عزلها عن النظرية الفيزيائية. ولكن الأخيرة لا يمكن ان توجد وتؤدي عملها دون هذه الصروح، وهكذا فان هذا العزل مستحيل تماماً.

وفي محاولة لايجاد مخرج من هذا المأزق المنطقي، اقترح بريجمان تفسيراً موسعاً للاجراءات المسؤولة عن محتوى النظرية الفيزيائية، من خلال السماح لا بالاجراءات الادواتية فقط، وإنما بالذهنية منها أيضاً: «اعتقد ان هذه وجهة نظر خاطئة بشكل واضح، لأن الملاحظة البسيطة تظهر ان الفيزيائيين يطبقون بشكل مفيد المفاهيم التي لايمكن ايجاد معنى لها في الاجراءات الادواتية للمختبر.. ويمكن ان نجمع سوية كل الاجراءات اللا ادواتية ونعتبرها اجراءات (ذهنية)» [٢، ص ٨]. وتشمل الاجراءات الذهنية استناداً الى بريجمان، الاجراءات الشفهية والاجراءات الكتابية.

ولكن توسيع بريجمان لمفهوم الاجراء لا يحل المسألة. فطالما لا توجد اشارة إلى حدود واضحة اومعيار لتطبيق الاجراءات الذهنية، فان بعض الصروح النظرية يمكن ان تُجاز بشكل اعتباطي (مثل وظيفة الموجة في ميكانيك الكم) في حين تُرفض الاخرى (مثل النظام الاحداثي الاعتباطي في النظرية النسبية العامة). هذا من جانب، ومن جانب اخر، فانه بالرغم من القبول المعلن للاجراءات الذهنية، يخلص بريجمان في التحليل النهائي الى ان الاجراءات الفيزيائية الحقيقية هي وحدها التي تحدد محتوى المفاهيم. وهوما يتضح فيما يلي: «ان الاجراءات التي تُعطي معنىً لمفاهيمنا الفيزيائية، من الأفضل ان تكون اجراءات فيزيائية نجريها فعلاً» [٤، ص ٩].

وتتضح تجريبية بريجمان ايضاً في موقفه السلبي تجاه التجارب الخيالية

(المثـاليـة، غير الواقعية). فهذه التجارب حسب رأيه، تقدم عنصراً تأملياً في حل المسائل القابلة للملاحظة، الأمر الذي لا يُقبل في الفيزياء. ولهذا يتوجب اقصاء هذه التجـارب من الفيـزيـاء واستبـدالهـا بتجاربٍ يمكن اجراؤ ها واقعياً، واعادة صياغة المسائل القابلة للملاحظة بشكل يلائم شروط الأخيرة.

وربـط بريجـمان التجـارب الخيـاليـة بعمل أينشتاين، وخصوصاً مع نظريته النسبيـة العـامـة. والواقع ان اينشتاين قد استخدم بشكل واسع طريقة التجارب الخيـاليـة في صياغة النظرية النسبية العامة، ولكن ذلك لا يخص اينشتاين وحده. اذ يرجع استخدامها إلى بداية الفيزياء كعلم، فحتى القانون الأول في الميكانيك وهـو قانـون العطـالـة ـ القصور الذاتي، لم يكن بالمستطاع انشاؤ ه دون التجارب الخيـاليـة [٥، ص ٨]. وفي الـوقت الحـاضـر لا تستخـدم التجـارب الخيالية في الفيزياء النسبية فحسب، بل ايضاً في ميكانيك الكم وفيزياء الجسيمة الأولية. ومن الصعب تصور امكانية تطور الادراك الفيزيائي دونها.

ان التجـارب الخيـاليـة هي في حد ذاتهـا، لا تقـدم عنصـراً تأمليـاً في حل المســائـل القـابلة للمـلاحظة. بل على العكس، فهي تسمح بحل اكثر دقة لهذه المسائل. وعلى اساس هذه التجارب تم انشاء مفهوم (امكانية الملاحظة من حيث المبدأ).

ففي الفيزياء، يكون أي موضوع قابلًا للملاحظة، اذا كان قابلًا للقياس. ولهذا فان امكانية الملاحظة تتطابق مع امكانية القياس. ولكن في معظم الحالات يكـون المهم في الأمـر هو امكـانيـة القيـاس من حيث المبدأ وليس امكانية القياس الحقيقيـة. مما يعني اننـا نستطيـع ان نهمل الصعوبات التقنية في استخراج القياس بسبب عجـز الأدوات وتأثـير الظواهر الاخرى على القيمة المقاسة. ويتم تحقيق هذا النـوع من التجـريـد، في الانتقـال من التجارب الحقيقية الى التجارب الخيالية. ولهـذا فان المـوضـوع المقاس في ظل شروط تجربة خيالية يمكن ان يسمى موضوعاً قابلًا للملاحظة من حيث المبدأ.

كما ان التجارب الخيالية تجعل مفهوم المواضيع غير القابلة للملاحظة من حيث المبدأ، اكثر دقة والذي يتحتم اقصاؤه من النظرية، وتنقسم المواضيع غير القابلة للملاحظة من حيث المبدأ إلى فئتين - صروحُ نظرية مجردة، لها أهمية في العلم، ومواضيع تجريبية. والنظرية تحرم تلك المواضيع التي تنسب إلى الحالة التجريبية، وليست جميع المواضيع غير القابلة للملاحظة من حيث المبدأ.

والآن، ما هي المواضيع التي تدخل ضمن النوع الأخير؟

انها بكل وضوح تلك المواضيع التي لا يمكن تسجيلها حتى في التجربة الخيالية، ولندع جانباً التجربة الحقيقية. ولا يعود السبب في استحالة اكتشافها إلى الصعوبات التقنية، وانما إلى القوانين الفيزيائية. ولهذا فان التجارب الخيالية تسمح بالتجرد من مجمل التفاصيل التقنية التي تتضارب مع توضيح المواضيع التجريبية القابلة للملاحظة وغير القابلة للملاحظة من حيث المبدأ، ومع صياغة المعيار القاطع لعدم القابلية للملاحظة من حيث المبدأ: ان الاعتراف بواقعية المواضيع غير قابلة للملاحظة من حيث المبدأ يتعارض مع المبادىء والقوانين الفيزيائية المنشأة.

ان حل مسألة المواضيع القابلة للملاحظة في النظرية النسبية العامة والخاصة، لا يجعل من هذه النظرية مخططاً تأملياً، بل على العكس، فإن الفيزياء النسبية باعتبارها متميزة عن الفيزياء الكلاسيكية، تعرض تعريفاً تجريبياً دقيقاً للمفاهيم الزمكانية. ولهذا فان النظرية النسبية الخاصة تكشف عن المعنى الفيزيائي لمفهوم تزامن الاحداث التي تحصل في أماكن مختلفة، والذي أعتقد بأنه واضح بشكل بديهي في الفيزياء الكلاسيكية، وفهم بشكل تأملي بحت. لقد حققت النظرية النسبية العامة الانتقال من الهندسة المجردة إلى الهندسة الفيزيائية. اضافة إلى ان القصور الاينشتايني عن المواضيع القابلة للملاحظة قد سمح باقصاء المواضيع غير القابلة للملاحظة بشكل أساسي من الفيزياء، مثل أثير لورنتس.

ويتم التعبير في بعض الأحيان عن الرأي القائل بان موقف اينشتاين تجاه مسألة المواضيع القابلة للملاحظة، قد تغير بعد صياغته للنظرية النسبية الخاصة والعامة، وانه قد تبنى الرأي القائل بان هذه المسألة هي جوهرية بالنسبة للفيزياء. والواقع، ان أينشتاين كان قد كتب في رسالته إلى الفيلسوف الأنجليزي البارز كارل بوبر، بأنه «لم يُعجب على الاطلاق بالنزعة (الوضعية) الحديثة في التشيء بما هو قابل للملاحظة» [٦، ص ٤٥٨]. ومع ذلك فمن الصعب تماماً تفسير هذا الكلام بانه موقف سلبي لأينشتاين تجاه مبدأ القابلية للملاحظة. فأينشتاين لم يعارض مطلقاً هذا المبدأ بقدر ما عارض تفسيره الوضعي الذي وحد بين هذا المبدأ مع اختصار النظريات إلى جمل بروتوكولية. وباعتباره متميزاً عن الوضعيين المنطقيين، آمن بان الموضوع القابل للملاحظة تجريبياً يعتمد على النظرية. وقد اقتبس هايزنبرغ الكلمات التالية كتعبير عن رأي أينشتاين حول هذه المسألة: «ان تكن قادراً على ملاحظة شيء ما ام لا، فان ذلك يعتمد على النظرية التي تستخدمها. فالأخيرة هي التي تقرر ماهو الممكن ملاحظته» [٧، ص ٣٧]. ولكن التأكيد على اعتماد الموضوع القابل للملاحظة على النظرية لا يلغي مبدأ القابلية للملاحظة، بل يشرحه ويعلل طبيعة الموضوع القابل للملاحظة من حيث المبدأ التي تشكل جوهر ذلك المبدأ.

لقد اعتقد بريجمان بان منهج النزعة الاجرائية قد وفر دقة اكبر للفيزياء. ونتجت هذه الثقة من حقيقة ان النزعة الاجرائية وهي تزيل الصروح الاعتباطية من الفيزياء، قد ضمنت صلات أوثق بين النظرية والتجربة. وفي هذه الحالة، فان الدقة الأكبر لم تُحرز من خلال افقار العلم. كتب بريجمان «لا ارى سبباً في ضرورة ان يكون للطريقة الاجرائية اي تأثير كابح لأي تنظير منطقي، فطالما ليس لها أي تأثير تكون مفيدة لأنها تزيد من الدقة» [٨، ص٣٢].

ان الحالة الحقيقية تختلف جوهرياً عن هذا التقييم. فالحاجة إلى تعريف اجرائي للمفاهيم الفيزيائية في ظل ظروف تجربة حقيقية تفرض قيوداً جديدة على

الفيـزيـاء كعلم . وان التنفيذ الثابت لهذه الحـاجـة يمكن ان يدمر الفيزياء عموماً باعتبـارهـا علماً نظـرياً . وهذا هو السبب في عدم اصرار بريجمان على التنفيذ الكلي للبرنـامـج الاجـرائي . ولكن، حتى لو تـم تنفيذ هذا البرنامج بشكل جزئي ، فان ذلك سيؤدي إلى ابعاد عدد من المسائل والميادين الهامة عن الفيزياء . فعلى سبيل المثـال اصـر بريجـمان نفسه ، على ان الباحث لن يتمكن ابداً من معرفة ماذا يوجد داخـل النجـوم ، اوماذا حدث قبـل ملايين السنين [٨ ، ص ١٩٢]. وهكذا فان الفيـزيـاء الفلكيـة وعلم الكـونيـات يعتـبر ان من وجهـة النظـر هذه ، مجموعة من الفرضيات التأملية خارج العلم .

ونـود ايضـاً ان نحـدد التشـابـه بين المبـادىء الاجرائية والحدسية الرياضية لبر وويـر، وهـو اتجـاه في اسس الـريـاضيـات نشأ في اوائل القرن العشرين . فقد اعتقد بروويرواتباعه بان السبب في ازمة الرياضيات الكلاسيكية التي اتضحت في تنـاقضـات نظـريـة المجمـوعـة لـ (كـانتـور)، يكمن في الاستخـدام الـريـاضي لتجـريـدات انشـائية غير نظامية تعتمد على مفهوم اللا نهاية الحقيقية . وللتغلب على هذه الأزمـة ، ولتـوفير اساس اكثر واقعية للرياضيات ، فقد أقترح ان تُقتَصَر الـريـاضيات على المواضيع الانشائية فقط ، أي تلك المواضيع التي يمكن الاشارة إلى حساب انشاءاتها . ان التنقيح الحدسي للرياضيات يؤدي في الواقع إلى ازالة التناقضات ، ولكن ذلك قد جرى تحقيقه بالافقار الجوهري لمحتوى الرياضيات ـ بأبعاد عدد من الفروع الهامة عنها .

ويبدو ان بريجمان كان منسجماً مع برنامج الحدسية الرياضية . فقد نوه به في اكثـر من منـاسبـة وعـبر عن استحسـانـه للبرنامج . [٤ ، ص ٤١]. ويخرج المرء بانطباع ، ان بريجمان قد قام ايضاً باجراء نوع مماثل من التنقيح في الفيزياء مثلما قام به الحدسيون في الرياضيات . وباعتباره احد انصار الحدسية الرياضية فقد ضحى بثروة محتوى الرياضيات العلمية في سبيل البحث عن تجسيد اكثر دقة بالنسبة لها ، والذي أثبت بانه مجرد وهم .

ان الموضوع الاساسي للتنقيح الاجرائي هو تجزئة الشكلية الرياضية غير المفسرة تجريبياً في الفيزياء. فبقصد تحرير الفيزياء من (الافراطات) الرياضية، ربط بريجمان الأجهزة الرياضية بالحالة التجريبية الحقيقية. وبالرغم من ذلك، فان هذا البرنامج المركزي المنهجي لم يُثبت فائدته بالنسبة للفيزياء.

ان التناول الاينشتايني للشكلية الرياضية مختلف تماماً. فلم يكن يريد لها أن تكون قيوداً منذ البداية، والتي اعتبرها بريجمان ضرورية. بل على العكس، فقد كان الى جانب حرية تطور الشكلية الرياضية بشكل اكثر او اقل تجريداً. وهذا التناول جعل في الامكان الاستخدام الكامل للوظائف المساعدة للرياضيات في العلوم التطبيقية. ولم تُظهر طريقة اينشتاين فوائدها في صياغة معادلات النظرية النسبية العامة فحسب، وانما في تطورها اللاحق ايضاً. فقد اثبتت هذه المعادلات امتلاكها محتوىً اكثر غنىً مما توقع لها اينشتاين نفسه، فاينشتاين اصلاً، اعتقد بأن معادلاته تُجيز الحلول الاستاتيكية فقط. وانطلاقاً من هذه الفرضية، حصل اينشتاين على نموذج كوني لا يتغير مقياسه المكاني مع الزمن. وخلصَ إلى ان البنية المكانية ذات المقياس الثابت هي فقط التي تسمح بها النظرية. ولكن فيما بعد، ظهر ان هذه الخلاصة خاطئة. ففي عام ١٩٢٢ وجد أ. أ. فريدمان ان الصروح ذات المقاييس التي تتغير مع الزمن تتلائم هي الأخرى مع معادلات اينشتاين، مثلها مثل الصروح المكانية الثابتة. وبعد اكتشاف هوبل للازاحة الحمراء، ظهر ان النماذج الديناميكية تشرح بنية العالم الحقيقي بشكل افضل من النماذج الساكنة، وهكذا غدت المعادلات (اذكى) من مكتشفها.

وهذا المثال ليس وحيداً، فثمة الكثير من الحقائق المشابهة يمكن ملاحظتها في النظريات الفيزيائية الأخرى التي تسمح بالتحرر من القيود الاجرائية في تطور الشكلية الرياضية. ويمكن ان نذكر هنا التنبؤ الرياضي البحت لـ (ماكس ويل) حول الموجات الكهرومغناطيسية، وتوكيد ديراك للجسيمات المضادة، وعدد من الحقائق المماثلة الاخرى.

وكان يبدو ان المبادىء التجريبية لبريجمان ستؤدي إلى تفسير اكثر (واقعية) للفيـزيـاء كعلم . فوفقـاً لهذه المبـادىء كان على الفيـزيـاء ان تتحرر من الصروح النظـرية التجريدية ، ومن التعميمات التي تذهب إلى ماوراء اطار التجربة ، اضافة إلى الأفكـار التي لا تمتلك تجسيـداً تجريبيـاً مبـاشـراً ، وكـل ذلك بالطبع سيحجم الفيـزيـاء ويختصرها الى مجرد حالة من الوصف الظاهراتي ، ونوعاً من الببليوغرافيا للحقـائق . ولاتمـام ذلـك كان على الفيزياء ان تحتفظ بالحقائق (الموثوقة) بشكل مطلق والتي تعرض التصورات الموضوعية للعالم الفيزيائي .

ويمكن الحـديث عمـوماً عن هذا النوع من التنقيح التجريبي للفيزياء بأنه جائـز منطقيـاً . ولكن تجريبية بريجمان لم تساهم في اعلاء القيمة الموضوعية للمعرفة الفيزيائية ، بل على العكس ، قدمت عناصر من الذاتية في تفسيرها .

ثمـة ظرفـان يقـرران تفسـير بريجـمان الـذاتي للعلم الفيـزيائي . الأول هو التفسير الاجرائي لمحتوى المفاهيم الفيزيائية . فكما حددنا سابقاً ، عارض بريجمان النظرية الابستمولوجية حول المفاهيم ، والتي تقول بأن للأخيرة اسنادات في العالم الموضوعي . فحسب رأيه ، ان محتوى المفاهيم يتحدد من خلال اجراءاتنا عليها ، وليس من خلال خواص الأشياء في العالم الموضوعي . فالمفاهيم في هذه الحالة يتم الكشف عنها من المواضيع وهي منغلقة على نفسها :

واجمـالاً ، يمكن للمـرء أن يفهم الباعث الذي يدفع بريجمان للتشديد على دور العنصـر الاجـرائي في تشكيـل محتـوى المفـاهيم . فقد عارض التفسير التأملي البسيط لعلاقة المعرفة الفيزيائية بموضوعها . وهذا مايتضح على سبيل المثال فيما يلي : «ان (الخـاصيـة) هي مفهوم ملفق ، عرف نفسه بخاصية ان للأشياء خواص مستقلة عما نقوم به اونفكر به . ولكن من الخطر ان نعرّف المفاهيم بخواصها ، ففي هذه الحـالـة سيبـدو واضحـاً ، اننـا نسعى إلى المستحيـل ، لأننا لم نتذكر ان على (الخاصية) ان تجد معنىً لها في الاجراءات» [٤ ، ص ٤٣] .

هذه الفقرة تجمع ما بين كره بريجمان للتفسير التأملي البسيط للمفاهيم الفيزيائية وبين ذاتيته. اننا وبكل تأكيد لا نستطيع قول أي شيء عن خواص العالم الفيزيائي دون الاجراءات، دون قياسها الحقيقي ووصفها النظري. وهذه الاجراءات هي التي تترك اثراً على محتوى المفاهيم. وبريجمان على حقٍ تماماً في هذا الأمر. ويجب ان يُكافأ لقيامه بلفت انظار الفيزيائيين إلى دور العنصر الاجرائي في تشكيل محتوى المفاهيم. ولكن سيكون من الخطأ الاصرار على ان الاجراءات هي التي تخلق خواص الاشياء. ان الاجراءات الادواتية للقائم بالتجربة لا تخلق خواص المواضيع الفيزيائية، وانما تسهل من عملية اظهارها.

والثاني، ان ذاتية بريجمان تتضح أيضاً في التأكيد الدائم على عنصر الشخصية (الفرد) في النشاط العلمي، في رفض الشرعية العامة والسمة الاجتماعية للعلم. كتب بريجمان «لا مفر من حقيقة انني الذي يمتلك الخبرة، احاول ان أنسق في النظرية الفيزيائية، وانني يجب أن أكون المركز الأساسي لأي حساب يمكن ان اقوم به. . ويبدو لي ان محاولة تحجيم هذه الحقيقة تتضمن رفضاً متصلباً في قبول البنية الواضحة للتجربة» [٤، ص ٨٣].

وبتطويره لتصوره عن النوعية الشخصية للنشاط العلمي توصل بريجمان إلى رفض حقيقة ان العلم يدرس القوانين الموضوعية التي تمتلك شرعية عامة بالنسبة للباحثين. وانتقد موقف اينشتاين الذي سلم بوجود قوانين فيزيائية عامة يمكن التعبير عنها بشكل موحد نسبياً خارج وعي الانسان. فكتب «ربما ان الوصف الشامل لموقف اينشتاين تجاه العقل فيما يتعلق بالنظرية العامة، هو انه اعتقد بامكانية الابتعاد عن وجهة النظر المكانية للمراقب (الشخصية)، (الفرد)، واعلائها إلى شيء كوني، (عام) و(حقيقي). وسأتخذ من الجانب الآخر موقف التحليل التفصيلي لأي شيء نقوم به في الفيزياء للكشف عن استحالة الابتعاد عن نقطة البداية الشخصية [١، ص ٣٤٩].

ان الفيزيائيين الذين يتقبل معظمهم النظرة المادية عن العالم، يعتبر ون

جميع حجج بريجمان غير مبررة . فقيمة العلم تكمن في توفير المعرفة الموضوعية عن العالم التي لا يمكن تقليلها إلى مجرد وجهة نظر شخصية، إلى مجرد ادراكات حسية شخصيــة لعلماء فرديـين. والحق ان تشــديـد اينشتـاين على هذه النقطة يُظهر قوة موقفه الفلسفي .

وسيكون من غير الصحيح بالطبع ، اعطاء صفات مثالية لطريقة اينشتاين الابـداعيـة ، بالاصـرارعلى انـه كان على صواب دائـماً. فقد كان ثمة جانب في طريقته منعه من اعطـاء تقييم صحيح لميكانيك الكم. فنحن نعرف ان اينشتاين انتقـد تفسـير ميكـانيـك الكم المقـدم من قبـل هايزنبرغ وبورن. ولم يقبل طريقة الادراك التي اكـدت نفسها في ميكانيك الكم، والمتمثلة بأن على النظرية الفيزيائية ان تصف المـوضـوع بالشكـل الذي يقدمه لنا القياس الفيزيائي، وليس الموضوع كما هو. فقـد اعتقـد اينشتـاين بأن المواضيع الفيزيائية يمكن أن تفهم بصورة أكثر أو اقل (تأملية)، من خلال انشاء نموذج رياضي متطابق معها، والذي يمكن اثبات صحتـه بعـد صنعـه، من خلال التحقق من النتـائـج التجـريبية التي تلي الوصف النظـري. ولكن عقـلانيـة اينشتـاين وايـمانـه بامكـانيـة الادراك الفكري البحت للعمليات المجهرية، لا تتفق مع طبيعة الادراك الميكانيكي الكمي .

وبصــرف النظـر عن هذا القصـور، فان اراء أينشتـاين في جوهـر الادراك الفيـزيـائي وطرائق التجسيد التجريبي للنظريات الفيزيائية هي بدون شك ارقى منزلة من اجرائية بريجمان.

جدل اينشتاين - بوهر

من الصعب ان تتمكن الكلمات من التعبير عن مشاعر التواجد في حضرة شيء عظيم، ألا وهو تحليل واحدة من المعارك الفكرية البارزة في تاريخ المعرفة العلمية، جدل اينشتاين - بوهر حول مسائل ميكانيك الكم. فقد كانت هناك سجالات علمية قبلها وبعدها، لكن هذه السجالات لم تحظ بنفس المديات الواسعة من الاهتمام والانتباه.

كيف يمكن ان نعلل المكانة الخاصة التي نالها هذا الجدل من بين المجادلات العلمية الأخرى؟. احد الاسباب كان بالتأكيد، موضوعها - نظرية الكم -. التي تعتبر احدى النظريات الفيزيائية الثورية في مجمل تاريخ المعرفة، بيد ان ذلك لم يكن السبب الوحيد. فمن المعتاد ان تنتهي المناقشات حول مصداقية النظريات حالما تُثبت احدى النظريات افضليتها على النظريات الأخرى، التي سرعان ما يجري شطبها من التاريخ. بيد ان جدل اينشتاين - بوهر قد مس النواحي الاعمق لمسألة الادراك العلمي للعالم ومبادئه الاساسية. ان هدف واهمية هذا الجدل يتحددان باختيار طرائق تطور الادراك العلمي المتضمنة في الجدل.

وقد شمل هذا الجدل عدداً من المسائل المترابطة: المبادىء العامة التي يمكن من خلالها استنباط نوع ملموس من قوانين الفيزياء، بدلاً من ايجاد هذه القوانين من خلال تعميم النتائج التجريبية. وضوح وتمييز المعرفة بدلاً من تناقضها؛ استمرارية العمليات وتفرد العالم؛ السببية الشاملة والصدفة؛ وجميع هذه المسائل ترتبط صميمياً بنظرة العالِم العامة للعالَم، بالابستمولوجيا. ولهذا السبب لم يكن لجدل اينشتاين ـ بوهر اهمية علمية فحسب، بل، وفي المقام الأول، محتوى فلسفياً عاماً.

ويمكن تحديد عدة مراحل في تطور هذا الجدل. اذ تركز النقاش في كل مرحلة على جزء محدد من المسائل المذكورة آنفاً بحيث يوضح الجزء الأول منها موقف اينشتاين، ويوضح الجزء الثاني موقف بوهر.

دعونا ندرس هذه المسائل التي شكلت محتوى الجدل بتفصيل اكبر لدى كل من اينشتاين وبوهر على التوالي.

ان واحدة من اهم مقومات نظرة اينشتاين للعالم، هي ايمانه بان مهمة الفيزياء هي البحث عن المبادىء الأساسية ذات الدرجة العالية من العمومية، التي تسمح باستنباط قوانين ملموسة للظواهر المعطاة بأقل افتراضات ممكنة، واللجوء إلى الحقائق التجريبية (انظر مؤلفه «مبادىء البحث»)[ص ـ ص ٢٢٤ ـ ٢٢٧]. وقد انعكس ذلك في تصور اينشتاين لتفسير النظرية العلمية باعتبارها ابتكاراً حراً للفكر البشري (انظر الصفحات المذكورة آنفاً ومؤلفه «حول طريقة الفيزياء النظرية»)[ص ـ ص ٢٧٠ ـ ٢٧٦]. وكذلك في برنامجه عن نظرية المجال الوحدي (Unitary field-theory programme)، اذ تبنى اينشتاين فيه الفكرة القائلة بأن الوجود الحقيقي للاكترون كان كافياً لانشاء نظرية المجال الموحد للمادة. والتزاماً بهذه الفكرة، فقد اصر على ان ميكانيك الكم باعتباره نظاماً نظرياً كان وثيق الارتباط بالنتائج التجريبية التي يصفها، وذلك ما افقر المبدأ العام «الابحاث المتعلقة باسس الفيزياء النظرية»[٢، ص ـ ص ٤٨٧ ـ ٤٩٢].

وبمقابل اينشتاين ، فإن بوهر ومدرسته (هايزنبرغ خصوصا) اعتبروا ان (تجريبية) ميكانيك الكم هي مأثرة للنظرية وليس ارتداد عنها. والدليل على ذلك هو مبدأ قابلية الملاحظة الذي اعتمد عليه هايزنبرغ في انشاء ميكانيك الكم (٣، ص ١ - ٣] والموقف السلبي لأينشتاين ازاءه. ان مبدأ قابلية الملاحظة يعبر عن نوعية المواضيع الملاحظة تجريبياً، والتي تميز جزءاً من الواقع قيد الدراسة، وهكذا فان النظرية مرتبطة تماماً بالتجربة. وهذا الربط بين النظرية والتجربة، من الممكن ان يذهب بعيداً إلى ما وراء اطار المبادىء الاساسية والمنشأة من خلال التطور السابق للفيزياء، وربما يتناقض. وهذا التناقض، حسب رأي اينشتاين، هو على الأقل دليلاً تصويرياً لعدم اكتمال النظرية.

ان مسألة ايجاد نظرية ملموسة من خلال مبادىء عامة، اومن خلال تعميم (بالتعبير الواسع للمصطلح) مادي تجريبي، ستتحول بشكل طبيعي إلى مسألة وضوح وتمايز المعرفة، وعلاقة هذا الوضوح بالوجود الحقيقي.

ان الحاجة إلى الوضوح والتمايز اللذان يعودان إلى التقليد الديكارتي، تنبع بصورة مباشرة من الحاجة لوجود مبدأ عام لا يتضمن اي تناقضات داخلية. وقد التزم اينشتاين بهذا التقليد عند اكتشافه للنظرية النسبية الخاصة والنظرية النسبية العامة، واثناء محاججته لبوهر، الذي يمتد تفكيره بصورة جذرية إلى ما وراء تقليد الوضوح. ان نمط بوهر في التفكير قد تضمن الشعور بالطبيعة المفارقية للوجود، بتناقضه الداخلي الذي انعكس بشكل لا عقلاني في التفكير. ان تصور بوهر عن موضوع الكم بوصفه: «قد عُرِّف بشكل ضبابي في المكان والزمان» يفضي بشكل طبيعي إلى معارضة مقولات الاستمرارية والانقطاع وكذلك التعريف الدقيق للسببية والصدفة .

ان وضوح وتمايز المخطط النظري في التفسير الاينشتايني يعكس البنية الاساسية للواقع. ومن ثم تصوره عن بساطة الطبيعة والحاجة إلى الاستمرارية: (ان نظرية المجال وجدت كبرنامج: «الوظائف المستمرة في الابعاد الأربعة

(المتصلة) باعتبارها مفاهيم اساسية للنظرية»)[٤، ص ٦٧٥]. ان استمرارية اي ناحيـة من نواحي الـوجـود تتعارض من حيث المبدأ مع الانقطاع والصدفة. وفقط الانقطـاع الجـزئي على شكـل حلول فرديـة زائفـة لبعض المعادلات (اللاخطية) لنظام المجال هو المسموح به. والشيء عينه صحيح بالنسبة للصدفة. فالصدفة لا تعـارض حتميـة الحلول المستمرة لمعادلات المجال، وانما الاستمرارية بحد ذاتها، وتمثـل الصـدفـة عنصـر الانقطـاع في الوجود: لتحقيق حالة ممكنة معينة فان جميع الامكانات الاخرى تُلغي من الوجود، اي، انتهاك مبدأ الاستمرارية.

ان الطبيعـة المفـارقيـة للوجـود، والانقطاع والصدفة المرتبطان بها، شكلت السمات الاساسية لنظرة بوهر للعالم، مثلما شكل الوضوح والاستمرارية والتحديد الصـارم سمات لنظـرة اينشتـاين للعـالم. ان الأخـذ بكـل ما سبق وتفسيره بصيغة نظرية ملموسة (ميكانيك الكم) قد اعطى دفعة للجدل الذي هو موضوع تحليلنا.

وهكذا فان جدل اينشتاين ـ بوهر ليس صراعاً بين آراء شخصية لاثنين من ابـرز العلماء في عصـرنا، وانما صراع بين تصورين اساسيين يمتلك كل واحد منهما نوعية متكاملة داخلياً ويستند على تقاليد التطور السابق للعلم. ويمكن الاشارة إلى ان النظـرة للعـالم التي عرضهـا اينشتـاين كان لها جذوراً اعمق في الفـترة الكـلاسيكيـة للفيزياء، من نظرة بوهر للعالم، اذ تناسجت فيها النواحي التقليدية لصـورة العـالم الفيزيائي، اي، الصلات الوثيقة بين النظرية الفيزيائية والتجربة، مع النـزعـات الـلا كلاسيكية الجديدة. وبتذكر ذلك سيتعين على المرء ان يتخلى عن الفكرة القديمة بان اينشتاين يمثل النزعات المطلقة والمحافظة في هذا الجدل. لقـد لعبت وستلعب العـديـد من عناصر التصور الاينشتايني عن الواقع الفيزيائي دوراً هاماً في النظرة إلى العالم بالنسبة للعلماء، حتى لأولئك الذين ناصروا مواقف بوهر دائماً.

دعـونـا ندرس سيـاق النقـاش بشكـل صحيـح. ونحن لا نبتغي شرحـه بالتفصيل، فالمهم هنا هو موضوع مقالة بوهر الشهيرة «مناقشة مع اينشتاين حول

المسائل الابستمولوجية في الفيزياء الذرية» [٤، ص - ص ١٩٩ - ٢٤١]. وسنعني فقط بأوجه الجدل التي لا تزال تحمل اهمية إلى وقتنا الحاضر.

كما اشرنا سابقاً، ان السياق الداخلي للجدل يمكن ان ينقسم إلى ثلاثة مراحل. تتضمن المرحلة الأولى مناقشة علاقة الشك ومحتوى ميكانيك الكم. وقد ارتبطت تلك المرحلة بالمؤتمر العالمي للفيزيائيين في كومو ١٩٢٧ وبمؤتمر سوليفي عام ١٩٣٠. ويمكن ان تؤرخ بداية المرحلة الثانية بعام ١٩٣٥، عندما ظهرت المقالة الشهيرة التي كتبها كل من اينشتاين وبودولسكي وروسين بعنوان «هل يمكن اعتبار شرح ميكانيك الكم للواقع الفيزيائي كاملاً؟» [٥، ص -ص ٧٧٧ - ٧٨٠]. وتتميز هذه المرحلة بمناقشة مسألة اكتمال ميكانيك الكم ويشكل اكثر عمومية بمناقشة المطالب المفروضة على النظرية العلمية. ولا تزال المرحلة الثالثة قائمة لأيامنا هذه. ومن المهم جداً بالنسبة لنا، كما كان سابقاً ان يتضح عمق الطبيعة الاساسية للمسائل التي شكلت محتوى الجدل. ويمكن القول بان هذه المرحلة قد بدأت في عام ١٩٤٩ واستمرت إلى الوقت الحاضر. ويتعلق محتواها الرئيسي بمسألة الصفات المختبأة، اي، مسألة اكتمال ميكانيك الكم التي يمكن ارجاعها إلى المعضلة العامة لمقالة أينشتاين، بودولسكي، روسين.

دعونا ندرس سياق المناقشة استناداً إلى تقسيم المراحل المقترح. في البدء، لم يتلائم اينشتاين مع المنحى التطوري لميكانيك الكم وحاول اظهار تناقضاته الداخلية باستخدام حقيقة ان المحتوى والأجهزة الرياضية لهذه النظرية في تفسير مدرسة كوبنهاغن يتميزان بصورة جوهرية بالغموض في شرح حالة الموضوع المجهري بفعل علاقة الشك لهايزنبرغ. واظهر اينشتاين بسلسلة من التجارب الذهنية ان المعلومات عن الحالات المثالية حول موضوع الكم التي يمكن استخراجها، تتناقض مع علاقة الشك. واثبت موديلاته بفكرة ان القيود المفروضة من قبل علاقة الشك، يمكن تجنبها من خلال الأخذ بالحسبان التفاعل بين الموضوع

المجهري والجهاز بتفصيل اكبر مما هو عليه الحال في التجارب الذهنية العادية من نوع تجارب هايزنبرغ.

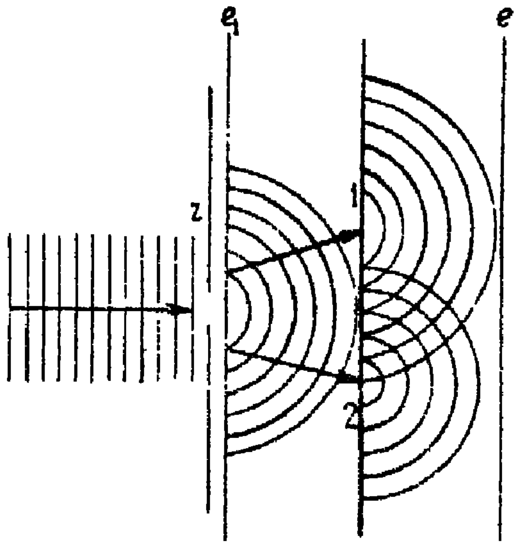
وفي رده على التحليل النقدي لأينشتاين، اظهر بوهر انه طالما كانت هناك رغبة بالأخذ بالحسبان التفاعل بين الموضوع المجهري والجهاز، فقد كان من الضروري ان نتذكر الشكوك الملازمة للجهاز نفسه، اضافة إلى حقيقة ان أي تغيير في نوع التفاعل بين الموضوع المجهري والجهاز يمكن ان يؤثر بشدة على نتائج التجربة. ان الناحية الأولى للحجة المضادة لبوهر. اي، الحاجة لحساب الشكوك في الجهاز نفسه، هي ناحية مهمة في تحليل مسائل التجربة الذهنية ولشروط الاتساق والاتفاق الداخلي لمثل هذه التجربة. ان دراسة بوهر المفصلة لهذه المسائل قد اثبتت اهميتها بالنسبة للتطور اللاحق للتجارب الذهنية. ويظهر ذلك نفسه بوضوح في الصياغة الأولية لنظرية مجال الكم، عندما قام كل من بوهر وروسينفليد بتحليل قياس المجالات في دراستهما المعنونة (بصدد مسألة قياس مركبات المجال الكهرومغناطيسي) انظر [٦، ص ٣ - ٦٥]. واثبتا حالات غياب التناقضات في هذه النظرية.

وللناحية الثانية للحجة المضادة لبوهر اهمية اكبر، كونها في الحقيقة، قد وضعت الاساس لمفهوم التمامية (Complementarity). التي لاتعتبر واحدة من المركبات الجوهرية للنظام المفاهيمي :لميكانيك الكم فحسب، بل - كما افترض بوهر وبعض العلماء مبدأ منهجياً عاماً لعلم الطبيعة ككل (انظر مقالة نيلز بوهر «البايولوجيا والفيزياء الذرية» [٧، ص - ص ٦ - ١٥]. والمؤلف رقم (٨).

دعونا ننظر عن قرب لهذه الناحية في رد بوهر على الملاحظات النقدية لأينشتاين. فخط التفكير لدى اينشتاين يبدو واضحاً من خلال تحليلنا للتجربة الذهنية التالية (انظر الرسم رقم (١)).

عند القيام بتجربة حول التداخل في حالة اعتيادية (دون وجود الغطاء المتحرك Z) لا يمكننا التحقق عن طريق اي من الشقين الطوليين (١ أو٢) قد مرت

الجسيمـة . ولكن يمكننـا ذلـك بوضع الغطاء المتحرك Z ومراقبة حركته (صعوداً او هبـوطاً) . وفي الوقت عينه فإن الصورة المنحرفة على الشاشة e تزودنا بالمعلومات عن طول المـوجـة (زخم الجسيمـة) . وعند تحليله لهذه التجربة الذهنية ، اظهر بوهر ان تفـاعـل الجسيمـة مع الشاشة e₁ يدمر الصورة المنحرفة التي يمكن ملاحظتها اذا كان الغطاء المتحرك Z ثابتاً لا يتحرك .



الرسم رقم (١)

هذه الحجـة التي قدمهـا بوهـر تعـبر عن كامل مبدأ التهامية : ان القياسات الجسيميـة والمـوجيـة لايمكن دمجهـا في جهـازواحـد . فالخـواص الجسيمية والموجية للمـوضـوع المجهـري تظهـر فقـط في ظل حالات مختلفـة (تتنـاسب مع وسيلة

المـراقبـة). وكـان لاكتشـاف هذا المبـدأ اهميـة حاسمـة في تطور ميكانيك الكم. وبالارتباط مع التفسير الاستاتيكي لوظيفة الموجة، فقد شكل قاعدة لما يمكن ان نسميـه بـ (تفسـير) لهذه النظرية. وبعد ان تمت صياغة العناصر الاساسية للنظام المفاهيمي لميكانيك الكم، زادت امكانية تفسير النظرية على اساسها المنطقي.

وهكـذا فان مفهـوم التـمامية قد انبثق بفعل الحاجة إلى حل المفارقات التي وجدها اينشتايـن. ان المرحلة الأولى من الجدل لم تفضِ إلى اثبات متانة وتماسك ميكـانيـك الكم، واستيعـاب هذا التـماسك من قبل اينشتاين نفسه فحسب، بل ايضـاً إلى تفسـير راسـخ لهذه النظـريـة بالمقـارنـة مع تفسيرها قبل الجدل. وغدا واضحـاً ان الطبيعـة الـلا حتميـة والمفـارقيـة لوجـود المواضيع المجهرية لم تؤدِ إلى تنـاقضـات منطقيـة، بمعنى، ان بالامكـان استقبـالهـا من قبـل وعي الانســان، بوصفها محتوى للوجود نفسه.

بيد ان هذه النتيجة لم تكن مقبول بتاتاً من قبل اينشتاين. فقد دفعه تصوره عن الـوضـوح والتـمايز إلى تناول مختلف لتفسير الحالة. فطالما تم اثبات ان تفسير بوهـر للا حتميـة وللتنـاقضـات الـداخلية في وجود المواضيع المجهرية، لم يؤد إلى تضـارب منطقي للنظـريـة فقد ركز اينشتاين على مطلب أساسي آخر مفروض على النظريات العلمية، اي مطلب التكامل.

ان الطبيعـة الاسـاسية لمطلب التكامل تبدو بديهية في الغالب. ونحن نقول (في الغـالـب) لأنـه بات واضحـاً بعـد صيـاغـة نظـرية غودل (Gödel)، استحالة الاكتفـاء بتفسـير جلبرت (Gilbert) الصارم. ولكن الفيـزياء ليست بحاجة إلى هذه الدرجة العالية من الصرامة. ان تفسير أينشتاين للتكامل قد تضمن الحاجة إلى ان تعطي النظرية اجابة واضحة عن حالة الواقع في اية نقطة زمكانية متصلة، وقـد ظهـر التعبـير عن ذلك بدقة في تجاوز الوظائف المستمرة في الزمان ـ المكان مع الواقع، ويشكل اكثر دقة في البرنامج النظري للمجال [٤، ص ـ ص ٦٧٤ ـ ٦٧٥].

ويبدو واضحاً ان ميكانيك الكم من خلال التزامه بالشك في الطبيعة الاستاتيكية والانقطاعية للواقع الفيزيائي، لا يُلبي هذا المطلب. وفي المقالة (هل يمكن اعتبار الشرح الميكانيكي الكمي للواقع الفيزيائي كاملاً؟) طرح اينشتاين مباشرة مسألة اكتمال ميكانيك الكم. واقترح المعيار التالي للواقع الفيزيائي: (لو نتمكن دون اي تشويش للنظام، من التنبؤ بثقة «باحتمالية تساوي واحد» بقيمة الكمية الفيزيائية، عندها ستكون هذه القيمة عنصراً من الواقع الفيزيائي مرتبط بهذه الكمية الفيزيائية) [٥، ص ٧٧٧].

وحللت المقالة ايضاً التجربة الذهنية التي اظهرت امكانية التنبؤ الموثوق به، (دون اي تشويش للنظام)، الذي ينتج من ميكانيك الكم نفسه. ان جوهر الظاهرة التي تسمى الآن مفارقة اينشتاين ـ بودولسكي ـ روسين، يكمن في حقيقة ان نظام الكم يعتبر متضمناً لموضوعين مجهريين تفاعلا مع بعضهما في لحظة معينة في الماضي، مشكلين نظاماً واحداً.

وفيما بعد أُفترض ان المواضيع المجهرية وبفعل نوع التفاعل قد انقسمت في المكان بطريقة يمكن اعتبارها لا تفاعلية. وتم مراقبة عدد من القوانين مثل قانون حفظ الطاقة وغيرها. والآن، اذا تم اخذ القياس لمقدار معين في واحد من المواضيع المجهرية، فربما يمكن التنبؤ بقيمة المقدار التالي لموضوع مجهري ثانٍ، من خلال نتيجة القياس الأول وقانون الحفظ.

وفي مقالته، درس اينشتاين حالة التجربة الذهنية، وامكانية اعادة انتاجها في التجربة الحقيقية وبأنواع عديدة. فحسب رأي اينشتاين، ان الحالة الموصوفة هنا تعني، اما ان هناك واقعاً معيناً يحدد قيم المقادير المُقاسة لكلا الموضوعين المجهريين، او نشوء مفارقة اخرى، والواقع انه اذا ابتعدت المواضيع المجهرية عن بعضهما بشكل كافٍ، لا يمكن لأي منهما ان (يعلم) ماذا حدث للآخر الا بعد حدوث تبادل في الاشارات التي تنتشر بسرعة الضوء او اقل. ونظراً لأن الحالة

الأولى قد رُفضت في التفسير الارثوذوكسي لميكانيك الكم، فقد دُعيت مجمل الحالة بمفارقة اينشتاين ـ بودولسكي ـ روسين، أو مفارقة (ابر) للاختصار.

ان مفارقة (ابر)، تتعلق من حيث المبدأ، بمفارقة شرودنجر السابقة (مفارقة «القطع») وكذلك بمفارقة دي بروجلي. على سبيل المثال، فان الصندوق الذي يحتوى على جسيمة واحدة ـ في مفارقة دي بروجلي ـ قد قُسم بقاطع ما إلى قسمين، وجرى ابعاد القسم الأول عن الثاني بشكل كافٍ. فالمراقبة لقسم واحد من هذين القسمين يجعل وظيفة الموجة تتلاشى حالاً (اذا لم يكن هذا القسم حاوياً للجسيمة) ويجعلها بحالة انسجام مع القسم الآخر، او العكس بالعكس [٩، ص ـ ص ١٢ ـ ١٣]. وفي هذه الحالات يمكن القول ان وظيفة الموجة (كتلة الموجة) قد نقصت.

لهذا فان نمط الحالات المفارقية كان معروفاً قبل اينشتاين. ولكن الأخير كان اول من لاحظ ان المفارقة الحقيقية (بالتناول الكلاسيكي) تنشأ عندما ندرس نظام الكم للجسيمة المتعددة، اكثر من دراستنا للجسيمة الواحدة (كما في مثال دي بروجلي). والواقع ان بالامكان تفسير وظيفة الموجة في حالة الجسيمة الواحدة بوصفها (ملاحظة مراقب)، بمعنى على مستوى معلوماتي بحت. وعموماً ليس هناك خلاصات ذاتية بأن المراقبة (اخذ القراءات) وتغير حالة الموضوع، تنبع من هذه الحقيقة ففي التجربة ذات الجسيمات المتعددة (جسيمتان في ابسط حالة) فان اختصار وظيفة الموجة يجري عند القيام بفعل القياس على جسيمة واحدة، في وقت يمكن استخراج التنبؤ الواضح عن الجسيمة الثانية (دون اي تشويش للنظام). وبالانسجام مع معيار اينشتاين الذي يعني ان هناك عنصراً مُحدداً للواقع، يمكننا فقط معرفة معلومات عنه على شكل وظيفة الموجة المستخدمة في القياس.

لقد كانت مفارقة (ابر) اكبر تحد جدي لميكانيك الكم. لقد طالبت التجارب الذهنية لأينشتاين للمرحلة الأولى بتحليل اكثر دقة للعمليات، في حين

ان التركيز كان يستهدف العناصر الاساسية للنظام المفاهيمي - محتوى مفهوم وظيفة الموجة ومبدأ التركيب (Superposition). وقد كان نشر مقالة اينشتاين - بودلسكي - روسين، يعني ان ثمة سحابة سوداء تعترض خلفية النجاحات الرائعة لميكانيك الكم - مثل السحب التي دمرت صرح الفيزياء الكلاسيكية في بداية القرن العشرين.

كان رأي اينشتاين، انها كانت مجرد وصف ظاهراتي لظواهر العالم المجهري الذي لا ينسب إلى الطبيعة الفيزيائية للواقع الميكروسكوبي. وكانت النظرية الحقيقية عن العالم المجهري لا تزال تنتظر الصياغة [١٠، ص ٣١٨]. ولم يؤثر هذا الموقف على النتائج المتحققة، لكنه عمق من مستوى الشكوك بالتطور اللاحق لفيزياء العالم المجهري المستند على استقراءات مبادىء ميكانيك الكم.

وكانت تلك، بتعبير محدد، نقطة محورية: هل ستتطور الفيزياء ضمن مسار ميكانيك الكم، محتفظة بافكار اللاحتمية، الانقطاع والطبيعة المفارقية للوجود، أم انها ستعود إلى الطريق (الديكارتي)؟. (ان تكون أو لا تكون - تلك هي المسألة..).

لم يتأخر كثيراً رد بوهر (انظر المقالات «ميكانيك الكم والواقع الفيزيائي» و «هل يمكن اعتبار شرح ميكانيك الكم للواقع الفيزيائي كاملاً؟» [١١، ص ٦٥، ٥، ص ٦٩٦]. فعند تحليله لمفارقة (ابر) ركز بوهر الانتباه على معنى تعبير اينشتاين (دون أي تشويش للنظام) فبالنسبة لأينشتاين تحسب أي جسيمة في تجربته الذهنية نظاماً. في حين حدد بوهر ان النظام في ميكانيك الكم يتألف من جسيمتين ترتبطان بوظيفة موجية واحدة. ومن خلال التأثير على جسيمة واحدة، فاننا بذلك نؤثر على النظام كله.

وهكذا فقد صاغ بوهر تصوراً جديداً عن الكلّية (Wholenes) في ميكانيك الكم: ان التقسيم الصارم للنظام الميكانيكي الكمي إلى نظامين منفصلين مرتبطين بجسيمات فردية كان مستحيلاً قبل فعل التفاعل.

لقد عبر هذا الافتراض، في الواقع، عن الخلاصة المنطقية لميكانيك الكم، وباتت نظرية متكاملة منطقياً (متكاملة بالتعبير الفيزيائي). ولا يمكن القول عن التصور الجديد عن الكلّية بأنه شيء جديد جذرياً في ميكانيك الكم. ففي الواقع كان ذروة التطور خلال العقد السابق. ان فكرة الكلّية المتعذر اختزالها بالاشكال الكلاسيكية قد ضُمنت في مبدأ عدم قابلية تمييز الجسيمات، وفي مبدأ باولي، ومعادلة الجسيمة المتعددة لشرود نجر. فعلى سبيل المثال، فان معادلة شرود نجر لنظام المواضيع المجهرية المتعددة لم تكتب لكل موضوع على حدة، وانما لوظيفة الموجة العامة المُعرفة في التوزيع المكاني لجميع الجسيمات.

وهكذا فإن فكرة الكلّية التي تميز ميكانيك الكم كانت قد تضمنتها معادلة شرودنجر للجسيمات العديدة. وقد قامت حجة بوهر بجعل هذه الفكرة واضحة بشكل مطلق، رافعة اياها إلى مستوى عنصر للنظام المفاهيمي.

وقد استقبلت حجج بوهر من قبل المجتمع العلمي الدولي بمثابة انتصار نموذجي لميكانيك الكم. وفي كل الأحوال، لم يعد هناك شكوك حول التكامل الداخلي للنظرية وتماسكها. اعترف اينشتاين إلى حد ما: «بالاعتقاد ان هذا ممكن منطقياً دون تناقض، ولكن الامتناع عن البحث عن تصور اكثر تكاملاً سيكون مناقض لغريزتي العلمية» [١٠، ص ٣١٨]. وهكذا فقد التجأ اينشتاين بشكل واضح إلى الحدس الفيزيائي، أي الى نظام الافتراضات الرئيسية للنظرة الفيزيائية للعالم التي تطرقنا لها في بداية المقال. ومع ذلك فان هذا التسليم من جانب اينشتاين لم يُعنِ نهاية المعضلة. فالعناصر الاساسية للنظرية عن العالم ـ الرغبة بالوضوح، التكامل، وبعدم الغموض والالتباس ـ ذات اهمية بالغة بالنسبة لأي فيزيائي، لأن معارضتها تعتبر عملية فسيولوجية صعبة. ويمكن أن نشدد بشكل اكبر على ان: هذه الافتراضات هي في الغالب مقدمة لا يمكن تجاهلها في الادراك العلمي. ولهذا سيكون اكثر صحة الحديث عن اعادة التفسير

لمصطلحات الوضوح، التكامل وعدم الغموض بدلاً من الحديث عن المعارضة.

ولكن، حتى اعادة تفسير مثل هذه العناصر الاساسية للنظرة الفيزيائية للعالم هي ليست عملية سريعة. ولهذا السبب فمن الطبيعي جداً ان هذا الجدل الذي قطعته الاحداث الدامية للحرب العالمية الثانية عاد يظهر بسرعة عندما تهيأت الظروف المناسبة له.

ويمكن القول أن المرحلة الثالثة من جدل اينشتاين ـ بوهر قد بدأت في عام ١٩٤٩ مع نشر كتاب (البرت اينشتاين: الفيلسوف ـ العالم) (٤) الذي تضمن مقالات لبوهر وعددٍ آخر من العلماء البارزين لتطور ميكانيك الكم، من جانب، وردود اينشتاين عليها، من جانب آخر، انظر [٤، ص ـ ص ٦٦٥ ـ ٦٨٨].

ففي رده عاد اينشتاين إلى حججه في عام ١٩٣٥ وإلى اعماله اللاحقة (انظر «الفيزياء والواقع»)[١٠، ص ٢٩٠ ـ ٣٢٣]. (نشوء الفيزياء) (١٢)، «ميكانيك الكم والواقع» [١٣، ص ٣٢٠ ـ ٣٢٣]، التي تستند على تصور الواقع باعتباره موجوداً بشكل مستقل عن أي دور للمراقبة، «الواقع كما هو» [١٣، ص ٣٢١]. وعلى معارضة الوصف الاحتمالي للموضوع المجهري [٤، ص ـ ص ٦٦٨ ـ ٦٦٩، ١٢، ص ٢٩٧]. والتأكيد بان ميكانيك الكم الاستاتيكي لا يمكن ان يكون نقطة الانطلاق للتطور اللاحق لفيزياء العالم المجهري [١، ص ص ٣١٨ ـ ٣١٩، ٤، ص ـص ٦٧١ ـ ٦٧٢]. ولهذا فقد انبعثت مرة اخرى مسألة المفاهيم الاساسية، مثلما أكدا عليها اينشتاين نفسه في عنوان عمله في عام ١٩٥٣ «ملاحظات تمهيدية تتعلق بالمفاهيم الاساسية» [٤، ص ص ص ٤ ـ ١٤]. فهنا اعاد اينشتاين حججه بان الاستاتيكية لا يمكن اعتبارها شروحاً (كاملة) للواقع.

ولهذا يتضح بان المرحلة الثالثة لما بعد الحرب من جدل اينشتاين ـ بوهر قد تميزت بفهم اعمق لمحتواها الداخلي. فلم يعد هناك تساؤل عن تماسك ومتانة

. وتكامل النظرية (ميكانيك الكم)، وانما مسألة الواقع الفيزيائي نفسه، وعلاقة مفهوم الاحتمالية به وبالتالي، مجمل مستقبل الفيزياء.

هذه الصياغة الاساسية للمسألة قد زادت بشكل طبيعي من اهتمام المجتمع العلمي الدولي بها، اذ ان الصعوبات في تطور الفيزياء المجهرية التي اتضحت قبل الحرب (الاختلافات في نظرية مجال الكم) كانت لا تزال باقية. وقد كان اينشتاين وبوهر، اضافة إلى بضعة علماء آخرين (ماكس بورن، فون نيومان) المساهمين الرئيسيين للمرحلتين الأولى والثانية من النقاش، في حين شهدت المرحلة الثالثة مساهمة عدد اكبر من العلماء.

وكانت ابرز السمات المميزة للمرحلة الثالثة هي كما يلي: اعطاء عمق اكبر لعلاقة التفسير الاحتمالي لميكانيك الكم مع مسألة الواقع، هذا من جانب، ومن جانب آخر، فقد جرت المحاولات لرفض محتوى النظرية واجهزتها بالاستناد إلى الفهم الاينشتايني للواقع.

لندرس بشيء من التفصيل، الجانب الأول. ان نفاذ البصيرة الأعمق لميكانيك الكم قد تحقق كنتيجة لمعارضتها عناصر التفسير الوضعي لها بوصفها نظرية للظواهر الداخلية (Interphenomena) (هانز رشينباخ)، والاصرار على ان الكمية الاستاتيكية (تُخلَق) بواسطة تفاعل غير منظم، وتفسير العلاقة الحتمية بوصفها دليلاً على وجود حدود معينة في امكانية ادراك الموضوع المجهري (و. هايزنبرغ). فقد شددت أعمال بوهر لفترة ما بعد الحرب «بصدد أفكار السببية والتكاملية» [١٥، ص ـ ص ٣١٢ ـ ٣١٩]. «فيزياء الكم والفلسفة» [١٦، ص ـ ص ٣٠٨ ـ ٣١٤]، «مناقشات مع اينشتاين حول المسائل الابستمولوجية في الفيزياء الذرية» [٤، ص ـ ص ١٩٩ ـ ٢٤١]. وبشكل واضح تماماً، على محدودية تطبيق المفاهيم الكلاسيكية (الاحداثي، الزخم) في شرح المواضيع المجهرية، وعلى الاحتمالية المتأصلة في جوهر ظواهر العالم المجهري.

ان التفسير المتين لميكانيك الكم ولجوهر ظواهر العالم المجهري قد تمت

الاشارة له في اعمال الفيزيائي السوفياتي ف. أ. فوك [١٧، ١٨، ١٩، ٢٠]. فقد طور فوك افكار بوهر وحررها من المصطلحات غير الملائمة وصاغ بشكل واضح العناصر الرئيسية لتفسير ميكانيك الكم. وسوف نناقش تفسير فوك، مقارنين افتراضاته الرئيسية مع افتراضات اينشتاين. فقد اعتقد اينشتاين بان «فيزياء الكم قد صاغت قوانين تحكم المجاميع وليس الافراد. وشرحت الاحتمالات وليس الخواص..» [١٢، ص ٢٩٧]. في حين عرف فوك الاحتمالية باعتبارها خاصية اساسية للموضوع المجهري [١٧، ص ١، ١٨، ص - ص ١٣ - ١٤، ٢٠، ص ٩٥]. «ان حالة الموضوع المشروح بواسطة وظيفة الموجة هي موضوعية بمعنى (يوضح فوك) انها سمة موضوعية (مستقلة عن المراقب) للاحتمالات الكامنة لنتيجة تفاعل معين بين الموضوع الذري والجهاز. وهذا المعنى ينطبق ايضاً على الموضوع الفردي المعطى» [١٧، ص ١٢].

لهذا فان مفهوم الواقع في الفيزياء قد تغير: فلم تعد تفسر الاحتمالية بوصفها قياساً للمعرفة البشرية او الجهل، وانما باعتبارها جوهراً أو محتوىً لظواهر العالم المجهري: الاختلاف بين الاحتمالية باعتبارها ميزة للمواضيع الفردية واسلوب ادراك هذه المواضيع قد جرى حسابه هنا ايضاً [٢٠، ص ٩٥]. ولو لم يجر ذلك لحدثت انحرافات معينة في الادراك الحسي والتفسير لتجارب الاستاتيكية. ومن بين الاشياء الأخرى، فان الفشل في تحديد هذا الاختلاف سيؤدي إلى ما يسمى مجموعة التفسيرات لميكانيك الكم، التي هي ليست تفسيرات في حقيقة الأمر، وانما عرض للمستوى التجريبي للاستاتيك.

ولكن التغييرات في تصور الواقع في ميكانيك الكم لم تكن مقتصرة على التغيرات في مفهوم الاحتمالية. فقد كانت اعمق من ذلك، اذ اثرت على المفهوم الاساسي لـ (الواقع كما هو)، الذي يرجع اليه اينشتاين دائماً عند مناقشة ميكانيك الكم. ان مفهوم (الواقع كما هو) بحد ذاته هو واحد من التجريدات الآساسية للفيزياء الكلاسيكية [٢٠، ص ٩ - ١١]. وبالضبط، فان هذا

التجـريـد كان هدف نقـد اينشتـاين في (٤) الذي اصر على النوعية الكلاسيكية لنظـرتـه عن العـالم. ان معـارضة هذا التجريد والحاجة إلى الأخذ بالحسبان تأثير اسلوب المراقبة لطبيعة العملية نفسها كانتا من اهم سمات ميكانيك الكم المثبتة في تصـور بوهـر عن التكـاملية. وقد تمت مناقشة وصياغة هذا التصور في اعمال فوك، باعتبـاره مبـدأ للنسبيـة فيـما يتعلق بوسيلة المراقبة [١٧، ص - ص ٧ - ٨. ٢٠، ص - ص ١٤ - ١٥]. ويتطلب هذا المبـدأ ان يتم اعتبـار الـواقع الفيزيائي واقعاً معطى في حالة ملموسة محددة اكثر منها (بنفسه). وقد صيغ التعميم اللاحق لهذا المبدأ على يد ب. يا. باخوموف باعتباره مبدأ للنسبية فيما يتعلق بنوع التفاعل (٢١).

ويمكن الاشـارة إلى ان حالات مفهـوم الاحتمالية ومفهوم الواقع الفيزيائي قد تشابكا بشكل وثيق جداً. والواقع ان التجريد الكلاسيكي لـ (الواقع كما هو) قد نال اهليتـه بفعـل حقيقـة ان الفيـزياء الكلاسيكية تتعامل مع الحقائق اكثر من تعـاملهـا مع الاحتـمالات، واصبح المفهوم الكلاسيكي عن الواقع مجرد واحد من التعابير للتأكيد على وجود معرفة صادقة حول جميع المقادير الفيزيائية. ان تقديم الاحتـمالية باعتبارها ميزة موضوعية لظواهر العالم المجهري قد ادى بشكل طبيعي إلى الحاجة لأخذ الجهاز بالحسبان (أو بتعبير اوسع، نوع التفاعل) لانشاء طريقة يمكن من خلالها فهم الاحتمالات الكامنة التي ينتجها الموضوع المجهري.

وقـد حاول فوك تفسـير الشكـل الخاص للتكاملية في العالم المجهري الذي اكتشفـه بوهـر باعتباره اظهاراً لنوع معين من تفاعلات (اللا قوى) بطريقة مشابهة لتعميم العناصر الاساسية للتفسير الاحتمالي لميكانيك الكم [١٧، ص ٥]. وقد استُخـدم هذا المفهـوم لتفسـير مفـارقـة (ابر) والعـديـد من العـلاقـات المتبـادلة الميكانيكية الكمية، مثل العلاقات المشروطة بمبدأ باولي.

ولكننا نعتقد ان تقديم مفهوم التفاعل لـ «اللا قوى» هو نوع من الاحترام للغـة الفيـزيـاء الكـلاسيكيـة. وتبـدو فكرة بوهر عن الكلّيـة النـوعية الميكانيكـية

الكمية بأنها تعكس جوهراً للظواهر المجهرية بشكل أعمق. ان تجسيد الاحتمالية بوصفها ميزة موضوعية للعمليات المجهرية، وان هذه العمليات هي نسبيّة فيما يتعلق بنوع الاداة (أو نوع التفاعل)، وتصور الكلّية النوعية قد خلق تفسيراً كاملاً لميكانيك الكم ضمن روحية افكار بوهر وجنبها أي غموض اوذاتية. وقد لعب الجدل الذي ندرسه هنا دوراً حاسماً في ايجاد مثل هذا التفسير.

وبعيد عن انشاء تفسير متماسك لميكانيك الكم بصيغة (أرثودوكسية) فقد كان للمرحلة الثالثة من جدل اينشتاين - بوهر نتائج اخرى. فعدد من العلماء الملهمين بافكار اينشتاين حاولوا العودة إلى النمط الكلاسيكي للوصف على قاعدة الفكرة القائلة بأن (البارامتيرات المخفية) تتضمن عناصر من الواقع (بتعبير اينشتاين) وهي المسؤولة عن الطبيعة الاستاتيكية للظواهر المجهرية، ومن بين هذه المحاولات، كان افضلها أعمال ديفيد بوهيم، انظر [٢٢، ص - ص ٣٥٩ - ٣٨١، ٢٣، ص - ص ١٣٩ - ١٦٨، ٢٤، ص - ص ٩٣ - ١٠٩] اضافة الى (٢٥). جميع هذه المحاولات عارضت نظرية فون نيومان (أو من الأفضل ان نقول بحثه) عن استحالة دمج نتائج ميكانيك الكم مع (البارامترات المخفية) [٢٦، ص - ص ٣٢٣ - ٣٢٧].

وطالما ان اينشتاين وبوهر لم يساهما في المراحل الأخيرة من المناقشة، فلن نحللها تفصيلياً. ومن المهم الاشارة إلى حقيقة ان (٢٥) عاماً من المساعي في هذا الاتجاه لم تفضِ إلى نجاحات ملموسة - بل على العكس، فقد توصل ج. س. بيل إلى نتائج هامة [٢٧، ص - ص ١٩٥ - ٢٠١، ٢٨، ص - ص ٤٤٧ - ٤٥٢]، فدعمه بتجارب، عززت موقف ميكانيك الكم. ويمكن الاشارة إلى ان جميع المحاولات لتحقيق برنامج اينشتاين حول تنقيح ميكانيك الكم كانت مبنية على اسس كلاسيكية وتم اثبات عدم جدواها. ولكن ماهو موقف اينشتاين ازاءها؟ فمن جانب يمكن القول انها قد نتجت بشكل واضح (وربما واضح جداً) من برنامج اينشتاين للأعوام ١٩٣٥ و ١٩٤٩ ومن تصور الواقع الذي يصور الوظائف

المستمـرة في المكـان ـ الـزمان . ومن جانب آخر . بيد ان مجمل الموضوع هو عدم وجود (جانب آخر) بصرف النظر عن عدم جدواه هومايبدو واضحاً الآن ،افقد كان موقف اينشتـاين ازاء هذه المحـاولات حذراً بما فيـه الكفـايـة [٢٩ ، ص ٢٥٨]. والسبب في هذا المـوقف ربـما يرجـع إلى ان جميع المحـاولات لتعديل نظرية الكم كانت (ولا تزال) تعتمـد على المـادية التجريبية التي تكيفوا معها ، بمعنى ، «تحت ضغـط لا يقـاوم من الحقـائق» ، أكثر من اعتمادها على مبدأ تعميم واسع . ولكن هذا هو مجرد افتراض لنا .

والآن وبعد ان درسنا مجمل سياق الجدل وحددنا المبادىء التي تعتمد عليها اراء المساهمين الرئيسيين فيه ، اينشتاين وبوهر فقد حان الوقت لتلخيص ـ اذا كان بالامكان القيام بذلك بشكل عام ـ الحجج المستمرة إلى ايامنا هذه .

يمكن التأكيـد في الغـالب على ان الفيـزيـاء قد تطورت خلال نصف قرن (منذ ١٩٣٥) على المسار الذي اقترحه بوهر، وتم التوصل إلى نتائج جدية ضمن هذا التنـاول . وظهـر بشكـل طبيعي ان اينشتـاين كان خاطئـاً في جدله مع بوهر. ولكن مفهـوم (الخطأ) لم يعـد مفهـومـاً مقولاتياً إثر تطبيقه من قبل مفكر وعالم مثل اينشتـاين . ان تأثـير اينشتـاين على مجمـل الفيـزيـاء المعاصرة كان عميقاً جداً مما يجعلنا ملزمين بالبحث عن تعريف آخر لدوره في المناقشة .

وربـما كانت هذه الحقيقـة مفهومة من قبل بوهر الخصم الرئيسي لاينشتاين ، ففي عمله عن تاريخ الجدل ، علق على الدور الاساسي لنقد اينشتاين في صياغة تفسـير متين ومتـماسـك لميكـانيـك الكم ، فقد استوعب اينشتاين جوهر النظرية الجـديـدة وحـدد نقـاطها الاساسية التي تختلف عن الافتراضات المنشأة في النظرة العلميـة للعـالم ، لهذا السبب فان نقـده قد حدد الحـاجـة إلى التحليـل التفصيلي للنظـريـة وتفسـيرهـا . وجـوهـريـاً فإن ذلـك يعني أن ماكان مطلوباً هو ليس مجرد معارضة تلك المبادىء التي تمثل أساساً للنظرية الفيزيائية لاينشتاين عن العالم ، وانما ايضاً معارضة اعادة تفسير هذه المبادىء في حالة ادراكية جديدة .

دعونا ندرس مرة ثانية المعتقدات الأساسية لنظرة اينشتاين عن العالم في ضوء تنقيحها في ميكانيك الكم، وبتعبير اوسع، في الفيزياء الحديثة. ان الحاجة إلى الوضوح والتمايز في المعرفة، المهمة جداً بالنسبة للاينشتاين، قد تحولت إلى الحاجة إلى امكانية التفكير غير المتناقض حول النتائج العلمية لتفاعل مواضيع الكم، كما هو مثبت في مبدأ التمامية لبوهر، وقد طُبقت هذه الحاجة على العالم المجهري، وادى إلى تحقيق تفسير متماسك لميكانيك الكم، كما اشير سابقاً، في سياق الجدل مع اينشتاين. وكان مفهوم الواقع قد جرى تنقيحه بطريقة مشابهة. فالواقع لم يختفِ من ميكانيك الكم ولم يستبدل بتصور (الظاهرة الداخلية)، فقد جرى فهمه بطريقة تختلف عن الفيزياء الكلاسيكية. ان مكان الواقع كمجموعة من الاحداث قد اعتبر واقع الامكانات الكامنة. ويمكن للمرء ان يرجع هنا إلى (الواقع كما هو) **بلغة الاستقلال لمجموعة من الامكانات الكامنة عن دور المراقبة**، ولكن ليس بالطبع بلغة الاستقلال عن الحالة الماكرونية أو حتى الميكروية المحيطة.

بيد ان التأثير الأكبر على الفيزياء قد حدث بواسطة تصور اينشتاين عن وحدة العالم. فعند اينشتاين نفسه كان لهذا التصور وجهان، انطولوجي وابستمولوجي. الجانب الانطولوجي ضُمن في فكرة الاساس الواحد للعالم، والجانب الابستمولوجي، في الحاجة إلى البحث عن مبدأ موحد عام يمكن من خلاله استنباط الحالات الخاصة.

وقد نُقح هذا التصور ايضاً، ويأمل الآن بضعة علماء في ايجاد مبدأ عام، والبعض منهم يأمل ان يقوم بذلك عن طريق الخيال الطائر، ولكن البحث عن الوحدة هو واحد من اهم القوى المحركة للعلم الحديث.

ان الرغبة الاساسية للفيزياء هي ايجاد الوحدة من خلال التجربة اكثر من رغبتها في صياغة مبدأ عام كابتكار حر للعقل. ويمكن ايضاً ان نجد اثراً لهذه الفكرة عن الوحدة في تصورات بوهر عن كليّة ميكانيك الكم وفي جميع

المحـاولات لانشـاء نظرية موحدة للجسيمات الأولية وتفاعلاتها . وترجع ليس فقط الـوجهـة العـامـة في البحث بل ايضـاً العـديـد من تفاصيل النظريات إلى افكار اينشتـاين، مثـل ـ لا خطيـة المعادلات الاساسية ، الدور الاساسي لمبدأ الثابتية ، الجسيمة ـ كحلول للمعادلات اللاخطية ، وغيرها .

اينشتاين

أسس الفيزياء الحديثة «المادية الديالكتيكية»

غدت النظرية النسبية وميكانيك الكم، احجار الزاوية للفيزياء الحديثة او غير الكلاسيكية، بعد مسيرة طويلة في تطور علم الفيزياء في القرن العشرين. انهما النظريتان الاساسيتان للعلم، وهما لا يقللان من شأن مفاهيم ومبادىء نظرية الفيزياء الكلاسيكية السائدة آنذاك، بالرغم من ارتباط هذه المفاهيم والمبادىء بالفيزياء الكلاسيكية.

وقد احدثت الفكرة القائلة بان مسألة الطبيعة الاساسية للنظريات الفيزيائية، يجب ان تصاغ، وان تُحل اليوم، بطريقة تختلف عما كانت عليه في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر في علم الطبيعة، ثورة في العلم الكلاسيكي، الذي تعتبر مبادئه الأساسية ومفاهيمه، غير قابلة للتغير، بنظر نيوتن، ماكس ويل، كيلفن وآخرين من ممثلي الفيزياء الكلاسيكية.

وهذا ما تم التعبير عنه لأول مرة، بلغة النظرية النسبية لأينشتاين، (ونعني النظرية النسبية الخاصة والنظرية النسبية العامة اللتان تم انجازهما في اواخر العقد

الأول من القرن العشرين) وفيما بعد، في مفاهيم ومبادىء ميكانيك الكم (التي تم انجازها في اواخر العشرينات) من قبل نيلز بوهر.

ان الفيـزيـاء، باعتبارهـا علماً للطبيعـة بشكـل عام، تؤمن بان من اولى مهامها، وبالتعبير المادي، ان تعكس الطبيعة كما هي، دون اية اضافات اعتباطية من قبل العقل المُدرِك. هذه الروح التعميمية لعلم الطبيعة، كانت السبب الذي جعـل العلماء البـارزين، غير مبـالـين بالديالكتيك، في الوقت الذي يطبقون فيه وبـدون وعيّ منهم مبـادئـه وافكاره، في اكتشاف القوانين الجديدة للطبيعة، وفي صياغة نظريات علمية حديثة. وبضمنها النظريات الاساسية.

قال انجلز بعد اكتشاف القانون الدوري لمندليف (من خلال التطبيق ـ غير الـواعي ـ لقـانون هيغل، بصدد التحول الكمي إلى نوعي، توصل مندليف إلى انجـاز علمي) [١، ص ٦٨]. ويمكن ايضـاً ان نُطبق نفس القـول على مبدعي النظـريـة النسبية ونظرية الكم، وهذا هو موضوع ـ بشكل او بآخر ـ هذه الدراسة فمثلما اثبت لينين، بان الثورة الأخيرة في علم الطبيعة، قد جمعت عضوياً، ومنذ خطواتها الأولى، بين الفيزياء الحالية وبين المادية الديالكتيكية.

ان التحولات من الفيزياء الكلاسيكية، إلى الفيزياء الحديثة، وقبلها، من الفلسفـة الطبيعيـة للعصـور القـديمة والوسطى إلى الفيزياء الكلاسيكية، كانت تمثل ثورات علمية مرتبطة بشكل وثيق بالثورات التي حصلت في الفلسفة. وتتمثل الثـورة في الفيـزيـاء «المقصود هنا العلم عموماً» في التحول الذي حصل في محتواها النظـري، الـذي حطم وانهى اسسهـا القـديمـة، بمعنى، انهـاء مجموعة مبادئها ومفاهيمها الاساسية، اضافة إلى طرائق الادراك المألوفة واسلوب التفكير. وايجاد اسس جديدة، وطرائق جديدة للادراك واسلوباً جديداً للفكر.

وبخـلاف فلسفـة العصـور القـديمـة والقـرون الـوسطى، فان الادراك الفلسفي وعلم الطبيعـة للعصر الحديث، يرفضان فكرة القيم الفلسفية والعلمية الثابتة وغير القابلة للتغيير، المتجذرة في الوعي العام.

واصبحت الفيـزيـاء علماً تجريبيـاً، اندمج فيها الادراك الحسي مع التفكير النظـري، وتـوحـدت الطرائق التجريدية مع الرياضيات العلمية. ولم تعد النتائج التجـريبيـة توصف بأنهـا تصـورات الحس المشـترك، بل فُسرت من قبل المفاهيم الحـديثـة للنظـريـة العلميـة بانهـا بعيـدة عن المعطيـات الحسية من ناحية محتواها وعلاقاتها المتبادلة.

لقد دخلت فكرة التطور إلى علوم الطبيعة من خلال الفلسفة الحديثة، وان يكن بشكـل أحـادي الجـانب ومحـدد: فالشيء المـلازم للفيـزياء الكلاسيكية هو اقتصار نظريتها على ميكانيك نيوتن، في حين يوجد ثمة تغير هام في روح الادراك العلمي واسلوب التفكير اذا ما قارناعلم الطبيعـة في العصور القديمة مع العصر الحديث.

ان فكـرة تطـور الطبيعـة ومعرفة الطبيعة، فكرة التطور بكل كمالها وعمقها، اي الـديـالكتيك تدخل في جميع فروع ومساحات الفيزياء الحديثة ويضمنها أسس الصـرح النظـري للعلم، ان الفيـزيـاء الحـديثة هي من حيث المبدأ علم موحد، يشتمـل على النظـريـات الأسـاسية المرتبطة من ناحية الأصل، والتي تشكل لولباً تصـاعـديـاً مرتبطـاً بتطـور الحضـارة الانسـانية، التكنولوجيا، الصناعة والمجتمع ككـل، وفي الفيـزيـاء الحـديثـة تم وصف النتـائـج التجـريبيـة بلغـة الفيـزيـاء الكـلاسيكيـة، لكنهـا فُسرت بلغة النظريات غير الكلاسيكية. وفي عهدنا هذا، فان روح الادراك العلمي هي روح المادية الديالكتيكية.

ان الفيزياء، تاريخها ونظرياتها، وخصوصاً الحديثة منها، هي بمثابة الحقل الـذي ينبت فيـه جوهـر الـديـالكتيك باشكال مختلفة ومتنوعة. فالديالكتيك مثلما يقـول لينـين هو نظرية (كيف تكون الاضداد، وكيف يمكن ان تتطابق ـ تحت اية ظروف تتطابق، وتتحول من واحدة إلى اخرى، لماذا يكون على العقل البشري ان يفهم هذه الاضداد على انها حيَّة، مشروطة، متحركة، تتحول من واحدة إلى اخرى، وليست، ميتة، جامدة) [٢، ص ١٠٩].

لقد اعتبر ممثلو الفيزياء الكلاسيكية البارزون ان المهمة الاساسية والسامية للعلم، هي اكتشاف القوانين الثابتة اللا متغيرة للطبيعة، مؤمنين بان هذه القوانين هي اساس علم الطبيعة، فاعتقدوا بان ميكانيك نيوتن قد شكل مثل هذا الاساس، وان تطور الفيزياء بعد نيوتن يبدو بالنسبة لهم نوعاً من الاختصار او التكثيف لما كان يُعرف، بشكل او بآخر، بفرضيات ونماذج الميكانيك الكلاسيكي. والحقيقة، ان تطور علم الفيزياء، اي تطور نظرياته الاساسية في المقام الأول، لم يكن بأي حال من الأحوال، اختصاراً لمحتواه النظري على اسس الميكانيك الكلاسيكي. ونجد اثباتاً كافياً على ذلك في تطور الفيزياء الكلاسيكية، وبكلمات اخرى في نظرية ماكس ويل الكهرومغناطيسية.

لقد درس جيمس كلارك ماكس ويل، النتائج التجريبية لفارادي حول الكهرباء والمغناطيس في كلّيتها الاجمالية، وعبّر عنها بلغة التجريد الرياضي، فأدرك وجود تناقض كبير بين المعادلات المستنبطة. ولازالة هذا التناقض، استبدل ماكس ويل احدى التعابير الرياضية بواحدة اخرى، دون اي اثبات اوبرهان (وهذا ما حصل فيما بعد)، وهكذا ولدت النظرية الكهرومغناطيسية. كتب ماكس بورن عن هذا التطور بان الخطوة الحاسمة لماكس ويل كانت (سيره على اساس النماذج الميكانيكية للأثير اكثر من اسباب الكمال الرياضي اوللجمال، اولأي شيء آخر يُمكن ان يوصف بالسجية)[٣، ص ١٠]. ويمكن الاضافة الى هذا القول ان السجية والديالكتيك كانتا دوماً تسيران جنباً إلى جنب. ان الخطوة التي قام بها ماكس ويل قد دلت جوهرياً على انه دمج اضداداً مثل الكهرباء والمغناطيسية ضمن وحدة واحدة.

ان الثورة العلمية التي ادت إلى ظهور الفيزياء غير الكلاسيكية، تختلف جذرياً في طبيعتها ونتائجها الادراكية، عن الثورة التي انتجت الفيزياء والميكانيك الكلاسيكي. ان ما هو جوهري بالنسبة للفيزياء الحديثة ليس مجرد اكتشاف قوانين الظواهر ضمن نظام مادي معين، او ضمن نطاق علاقاتها الداخلية. انها تهتم

بايجاد نواميس التحول من القوانين التي تغطي مجموعة معينة من الظواهر إلى قوانين اكثر عمقاً وشمولية للظواهر الجديدة والاكثر اتساعاً (وقد تنامت هذه المهمة بشكل أو بآخر في مرحلة معينة من تطور الفيزيـاء). وهـذا هو بالـواقع النمط الـديـالكتيكي الذي انبثقت من خلاله النظريتان النسبية العامة والخاصة، وعززتا نفسيهما. اضافة إلى ميكانيك الكم، وكهروديناميك الكم. وهذا هو الطريق الذي تطورت عبره نظرية الجسيمات الأولية والفيزياء الفلكية.

وعند اكتشافه للنظرية النسبية، جعل اينشتاين مرتكز المفهوم الجديد لأسس الفيزياء، يختلف تماماً عن المرتكز الذي كان يجري العمل به في علم الفيزياء، بدءاً من نيوتن وإلى نهاية القرن التاسع عشر.

لقد قوضت النظرية النسبية الفكرة الدوغمائية حول ثبات المبادىء الاساسية ومفاهيم علم الفيزياء التي كانت سائدة تماماً قبل اينشتاين. ان نشوء هذه النظرية على الحد الفاصل بين الميكانيك الكلاسيكي والكهروديناميك الكلاسيكي، والتي نتجت من حل اينشتاين للتناقض بينهما، هو مثال رائع على فعالية قانون وحدة وصراع الاضداد.

ولا يمكن ان يُفسر اصل ومحتوى النظرية النسبية العامة دون الاستعانة بالديالكتيك.

لقد حدد اينشتاين في «مذكراته» بأن ماكس ويل وهيرتز قد حطما الايمان بالميكانيك، كقاعدة نهائية لمجمل التفكير الفيزيائي. بالرغم من انهما ومن خلال تفكيرهما الواعي، ملتصقان بالميكانيك بصفته القاعدة المحكمة والمتينة للفيزياء، وواصل ليقول (لقد كان ارنست ماخ، في «تاريخ الميكانيك» هو الذي هز ذلك الايمان الدوغماتي.. انني أرى عظمة ماخ في ريبيته الخالصة واستقلاليته. بيد أني عندما كنت شاباً، تأثرت بشكل كبير بالموقف المعرفي لماخ، هذا الموقف الذي يبدو لي اليوم غير مبرر جوهرياً، كونه لم يضع البناء الجوهري والطبيعة التأملية للتفكير، وخصوصاً التفكير العلمي، في المكان الصحيح [٤، ص ٢١].

والـواقـع ان اينشتـاين، ومن خلال اكتشـافـه للنظـرية النسبية، قد قوض اعمـدة الثبـاتيـة وعـدم التغير، والتطبيق اللا محدود لميكانيك نيوتن، مبرهناً على نسبيـة قوانينـه وفـرضيـاته، ولكن يمكن ان نتغلب ونسيطر على المسائل الفلسفية للسمـة النسبيـة للحقيقـة العلميـة، فقط، من خلال مواقع المادية الديالكتيكية. ولأن اينشتـاين بعيـد جداً عن الفلسفـة المـاركسية، فقد طبق قوانين الديالكتيك لادراك العالم المادي بدون وعي منه وبشكل ذاتي، عند صياغته للنظرية النسبية، وهذا ما يفسر، في التحليل النهائي، تعصبه وهوشاب لتعاليم ماخ الفلسفية، التي كان يراها، مناهضة للفيزيائيين الدوغماتيين المؤمنين بميكانيك نيوتن.

واخيراً، تخلى اينشتاين عن فلسفة ماخ كلياً، بحلول عام ١٩٢٢، فحتى عام ١٩١٠ كان ماخ لا يزال متفقـاً مع النظـرية النسبية، لكنه سرعان ما عارضها من حيث المبدأ، اضافة إلى رفضه فكرة تعميمها من قبل اينشتاين، وهكذا، وفي اثنـاء منـاقشـة النظـرية النسبية من قبل الجمعية الفلسفية الفرنسية في باريس عام ١٩٢٢، اجاب اينشتاين عن موقفه إزاء ماخ: (ان نظام ماخ، يدرس العلاقات المتحققة بين النتائج التجريبية، واجمالي هذه العلاقات، بالنسبة لماخ، هي العلم الدقيق والمضبوط للطبيعة، وهذه وجهة نظر نسبية، وبشكل عام، ان ما فعله ماخ هو فهرست وليس نظاماً. لقد كان ماخ ميكانيكياً جيداً، لكنه كان فيلسوفاً هزيلاً) [٥، ص ١١](*).

ويقينـاً، ان هذا بحـد ذاتـه، تقييـماً نقدياً لماخ كفيلسوف. لقد تمسك ماخ دوماً، وبخلاف معاصريه واتباعه، بنظريته عن المعرفة، ورفض الواقع الموضوعي للذات ـ وضـع اينشتـاين ملاحظـات سلبية حول ذلك في العديد من المناسبات ـ والنظـريـة النسبيـة. وكـما هو معـروف جيـداً، ان اينشتاين، إلى جانب صياغته

---

* ـ مقتبس من أوراق فريدريك هنريك (Zu einem Brief Albert Einsteins om Emst Mach) Physikalishe Blatter (Mesbaeh- Baden), 1959 Haft 12.

للنظرية النسبية، كان واحداً من مؤسسي النظرية الحديثة للذرة. ولهذا يمكن ان يكون موقف ماخ من اكتشافات اينشتاين، دليلاً على عداء الوضعيين للفيزياء الحديثة، دليلاً على العجز الجوهري للوضعية، بان تكون فلسفة الفيزياء الحديثة. ومن المناسب هنا ان نستذكر كلمات لينين في هذا السياق حول العلم الحديث للذرة: (ان قابلية الذرة للانشطار، واستحالة نفاذها، وقابلية جميع اشكال المادة وحركتها للتحول ـ كل هذا كان دائماً سنداً للمادية الديالكتيكية) [٧، ص ٢٨١]. وعلى نفس الشاكلة، فان المادية الديالكتيكية كانت ترتكز دائماً على تصور الوحدة السرمدية للمكان والزمان، وعلى الروابط العضوية بين المكان والزمان من جانب، وعلى حركة المادة من جانب آخر. ان الخط الفلسفي للنظرية النسبية وللفيزياء الحديثة ككل، ينسجم تماماً مع كلمات لينين (ان تغير التصورات البشرية عن الزمان والمكان، قلما يدحض الواقع الموضوعي لهذا وذاك، مثلما أن تغير المعارف العلمية عن بنية وأشكال حركة المادة لا يدحض الواقعية الموضوعية للعالم الخارجي) [٧، ص ١٧٥].

كل هذا يعتبر بمثابة مؤشرات لأسباب خيبة امل اينشتاين بوضعية ماخ. فلماذا تحدث عام ١٩٢٢ عن فلسفة ماخ بلغة تختلف عما كانت عليه في سنوات مبكرة؟. ان السبب الجليّ، هو ان النظرية النسبية، قد تطورت بعكس مما يؤمن به بعض الفلاسفة البرجوازيين المعاصرين، وبالضد من مذهب الوضعيين عن المكان والزمان وليس على أساس هذا المذهب، مثلما تطورت النظريات الحديثة عن الذرة بالضد من الوضعية. لقد اثبتت المادية العفوية لهذا الفيزيائي العظيم، وتطبيقه غير الواعي للديالكتيك على اسس العلم، انها اقوى من «الفلسفة الهزيلة» لماخ. وعندما طور اينشتاين نظريته النسبية، استنكر انتقاد ماكس بلانك لوضعية ماخ، لكنه اتخذ فيما بعد نفس المواقف الفلسفية لمكتشف نظرية الكم. وقد اشار لينين إلى اينشتاين واصفاً اياه بـ (مُصلح عظيم في علم الطبيعة) مؤكداً على ان نظريته (قد لفتت لها انظار عدد واسع من المفكرين البرجوازيين في جميع

البلدان) وان ذلـــك (لا ينطبق على اينشتـــاين فقـــط، بل على عدد، ان لم يكن الأغلبية، من المصلحين العظام لعلم الطبيعة منذ أواخر القرن التاسع عشر) [٨، ص ٢٣٣].

وهكـذا يكـون من العـدل تماماً، ان نحدد بوضوح، ان المصلحين العظام لعلم الطبيعـة، بلانـك واينشتـاين، ومن خلال نظـريـاتهم التي اكتشفـوهـا، قد عارضوا الوضعية كفلسفة للفيزياء الحديثة.

حول العلاقة بين اينشتاين وماخ

اثـرت النظـريات الفيزيائية الاساسية للقرن العشرين على المناخ الفكري للعصر بشكل كبير. ولا تزال المساجلات المعرفية والفلسفية ـ المنهجية التي اثارتها النظرية النسبية وميكانيك الكم، من خلال معالجتها لأمور معقدة، مستمرة حتى ايـامنـا هذه. ان ادراك القيمـة الحضـارية للنظريات الفيزيائية الحديثة، وتأثيرها المتنـامي على الادراك (Cognition) والحيـاة الاجتماعية، قد اديا إلى ظهور حاجة ماسـة لتـوضيـح المحتـوى الفلسفي للتصورات (Conceptions) غير الكلاسيكية بصـدد الـواقع، السببية، المكان والزمان، اضافة إلى الحاجة الملحة لفهم: ماهية الأفكـار الفلسفيـة التي مهدت لظهور النظرية النسبية وميكانيك الكم. هل توجد ثمـة صلة بين المفـاهيم الفلسفيـة التي كانت سائدة في الوقت الذي تم فيه صياغة النظرية الجديدة وفرضياتها الاساسية؟

والمقالة الحالية تقترح ردوداً محددة للأسئلة المطروحة آنفاً، من خلال بحثها في جانب واحـد وهـو، علاقة الوضعية (Positvism) الفلسفية، عموماً، والوضعية الماخية بشكل خاص، بنظرية اينشتاين النسبية. ولن نتطرق إلى مجمل المقدمات

الفلسفيـة للنظـريـة النسبية، وتأثير الآراء الفلسفية ـ المنهجية المسيطرة على البيئة الثقافية التي جرت فيها الثورة العلمية على تطوير المعرفة العلمية.

ان النظريات الفيزيائية المعاصرة، يمكن ان تُفهم فقط في كليتها الاجمالية، اذا ما اخـذنـا تاريـخ ظهـورهـا وتطـورهـا الأولي، اضـافة إلى الدور الذي لعبته المدارس الفلسفية المختلفة في التأثير على صياغة وحل المسائل الفيزيائية الخاصة التي كان لها نتـائـج اسـاسيـة. وتكمن حقيقة هذا الطرح، في ان اية نظرية علمية اساسية (تُنكر) نظام التصورات المتحقق عن العالم، ستواجه الحاجة لأن تقوم هي نفسهـا بجميـع المهـام، وبضمنهـا تلك المهام الرئيسية في نطاق المعرفة المعطاة مع جميـع نتـائجهـا، التي تم انجـازها من قبل النظام المعرفي السابق. وعليه سيكون على الاسس الفلسفيـة العـامـة للنظرية الجديدة ان تجيب عن الاسئلة التالية: ما هو مقـدار ثبـات وعمق مبـادئهـا؟ هل ولـدت هذه المبـادىء التي تشكـل الفلسفة جوهـرهـا من رحم الثقـافـة السـابقـة؟ هل تتمكن النظرية الجديدة من تعميق لا المعـرفـة الفيـزيـائيـة فقط، بل المعرفة الفلسفية ايضاً؟. وهكذا كان على النظرية النسبية ايضاً، ان تواجه كل هذه المسائل. وبصرف النظر عن المحتوى الفيزيائي للنظـريـة الجـديـدة، فان حل المهـام الآنفـة الذكر يستغرق وقتاً اطول. ان ادراك المحتـوى الفيزيائي العميق للنظرية النسبية، وتأثيرها على الفروع الأخرى لعلم الطبيعـة بشكـل عام، وعلى الفيـزيـاء خصـوصـاً قد اجبرا ممثلي معظم الأنظمة الفلسفية على محاولة (استيعاب) النظرية النسبية من خلال اثباتهم بان افكارها قد نتجت عن اعمال كانط وهيوم، او بعض الفلاسفة الآخرين. وتحتل مركز الصدارة هنا، مسألة الدور الايديولوجي للماخ. وبدون التطرق إلى مسببات هذه الظاهرة، دعـونـا نحـدد ان المقـدمـات الفلسفيـة للنظـريـة الجـديدة بصدد المكان والزمان والجـاذبيـة، من وجهة نظرنا، لا يمكن شرحها بوضوح إلا من خلال تحليل الحالة المعرفية للعلم عشية القرن العشرين، التي تم خلالها صياغة النظرية النسبية الخاصة.

لقد ظهرت حالة ادراكية جديدة في ذلك الوقت، غدا فيها التحليل المعرفي للنظام الاساسي الذي يشكل مفاهيم المعرفة الفيزيائية جزءاً من نشاط العالِم. ولم تنشأ هذه الحالة بين عشية وضحاها، بالنسبة للفيزيائيين الذين اظهروا اهتماماً بالأسس الفلسفية لميادينهم المعرفية قبل النظرية النسبية. لكن هذا الاهتمام كان في الغالب عرضياً (episodic) بطبيعته، ومعتمداً على العديد من الظروف المصاحبة. ولم تكن ثمة صلة مباشرة وواضحة بين الدراسات الفيزيائية والاستنتاج الفلسفي (Philosophical ratiocination). ثم تغيرت الحالة جوهرياً في اواخر القرن التاسع عشر واوائل القرن العشرين. وكما اشار اينشتاين إلى «ان الصعوبات الحالية للعلم، تجبر الفيزيائي على الالتصاق بالفلسفة بدرجة أكبر من الاجيال السابقة» [١، ص ٢٧٩]. واعتماداً لا على صحة قول اينشتاين فقط، بل على تاريخ الفيزياء عموماً، يمكن ان نقول ان التعقد المتنامي في المعرفة الفيزيائية، والتغيرات في منزلة التجريدات المنطقية ـ الرياضية، الخ، قد نتجت ضمن الحاجة لحل المسائل الفلسفية ـ المنهجية. ان تحليل المسائل المعرفية كان امراً غير مألوف، وقد رافقته بطبيعة الحال نواقص عديدة. وقد سعى العلماء أيضاً، ضمن دفاعهم عن افكار جديدة، إلى ايجاد ماهية الأفكار الفلسفية التي تشكل اصل النظرية الجديدة، وعلاقة التصور الجديد بالاتجاهات الفلسفية التقليدية. وهذا لا يعني ان التفسيرات الفلسفية لم تنشأ إلا عند صياغة النظرية الفيزيائية، فقد بدأت المناقشات بصدد دور الافكار الفلسفية في تطوير المعرفة العلمية بوقت ابكر. بيد ان الوضع بات اكثر حدة وخطورة، عشية القرن الحالي، بفعل ازمة الاسس المنهجية للفيزياء.

في القرن التاسع عشر، تم استيعاب حقيقة ان المنهج الميكانيكي ـ الميتافيزيقي، السائد في اوساط علماء الطبيعة، لن يتمكن من المساعدة في حل المسائل المعرفية الجديدة في العلم. بعد ان تم اثبات ضيق ومحدودية المادية الميكانيكية. وبات واضحاً ان هناك حاجة ملحة لشكل ارقى من المادية، شكل

يطور المادية على اساس الديالكتيك. وهو ما قام به مؤسساً المادية الديالكتيكية. ولكن بعيداً عن هذا الاتجاه العلمي في التغلب على الصعوبات التي تواجه الشكل الطبيعي ـ الفلسفي للمسألة المحلولة، ظهر اتجاه آخر، مثالي ـ ذاتي، طوره اوغست كونت، الذي اعلن الحرب مع اتباعه على الفلسفة بشكل عام، متبنياً وجهة نظر ظاهراتية للمعرفة المتحققة.

وخلال السنوات التي شهدت صياغة النظرية النسبية، كانت افكار ماخ واوستفالد واتباعهما واسعة الانتشار، هي من حيث الجوهر مواصلة لخط بريكلي وكونت. وفي معرض وصفه لتأثير افكار ماخ على اذهان معاصريه، وبالأخص علماء الطبيعة. كتب المؤرخ العلمي الامريكي جيرالد هولتون: «كان تأثير ماخ هائلاً.. فمنذ عام ١٨٨٠، كانت افكاره ومواقفه الفلسفية تشكل جزءاً كبيراً من المتاع الفكري لمعاصريه، إلى درجة ان اينشتاين كان محقاً تماماً عند حديثه عن اولئك الذين تحدوا افكار ماخ دون أن يعرفوها، بانهم قد (تشربوا بحليب امهاتهم)» [٢، ص ١٠٠]. دعونا ايضا نقتبس في هذا السياق من مقالة اينشتاين (أرنست ماخ) التي جاء فيها: «بالنسبة لي، انا اعرف على الأقل، انني قد استفدت كثيراً من اعمال هيوم وماخ بشكل مباشر اوغير مباشر» [٣، ص ١٠٢].

لماذا حدث ذلك؟ ما هو الشيء الذي جذب اينشتاين في فلسفة ماخ؟ للاجابة عن هذه التساؤلات، يجب ان يضع المرء في ذهنه العديد من الظروف المتداخلة الهامة.

اولاً، ان الفرضيات الاساسية للمادية الديالكتيكية، التي تغلبت على دوغمائية المادية الميتافيزيقية، وبداهة (apriorism) كانط، والنسبية الفلسفية، لم تكن معروفة على نطاق واسع في اوساط علماء الطبيعة وذلك لأسباب مختلفة.

ثانياً، كانت ثمة حاجة في العلم إلى موقف نقدي تجاه المبادىء الاساسية للميكانيك الكلاسيكي، التي انتحلت صفة المعتقدات (tenets) الفلسفية. لقد احتاج العلماء إلى اسس معرفية واضحة للتنقيح النقدي للتصورات الفيزيائية

المتحققة. وهكذا فإن مؤلف ارنست ماخ (تاريخ الميكانيك) اصبح معروفا على نطاق واسع، وترافق اسم ماخ مع نقد اسس ميكانيك نيوتن.

ثالثاً، ان الفلاسفة والعلماء الذين ايدوا الفرضيات الاساسية لنظرية ماخ في المعرفة (دوهيم، اوستفالد، بوانكاريه، وآخرون) قد قاموا فعلاً بتحديد نقاط الضعف في برهان الميكانيك الكلاسيكي. وخصوصاً عندما نجحوا في تحديد السمة اللا مطلقة للتصورات الكلاسيكية، واستحالة فهم البرنامج الفلسفي الميكانيكي. واكدوا ايضاً استحالة شرح جميع الظواهر الطبيعية وفق اسس الميكانيك. وهذا هو السبب الذي اكسبهم الشرعية في الدوائر العلمية والفلسفية.

لكن، عند محاولتهم ايجاد اساليب جديدة لدراسة الواقع الموضوعي، ولصياغة المتطلبات اللا كلاسيكية لهيكل المعرفة العلمية، سار جميع هؤلاء العلماء والفلاسفة باتجاه رفض السمة الموضوعية لقوانين الفيزياء. فعلى سبيل المثال، كتب دوهيم:

«عندما اظهرت تفاهة هذه المساعي (المقصود هنا التفسير الميكانيكي لجميع ظواهر الطبيعة) ان مثل هذا التفسير كان مجرد وهم (chimera)، اقتنع الفيزيائيون باستحالة الموائمة في وقت واحد بين ضرورات العقل واحتياجات التخيل، وكان عليهم الاختيار، وبشكل حاسم، بان الذات قبل أي شيء آخر، هي من تأمر العقل، مولدة الحاجة إلى تفسير قوانين الطبيعة من خلال النظرية الفيزيائية، لحماية وحدتها ودقتها» [٤، ص ١٥٢].

وكما اشار ماكس بلانك، وهو احد ابرز معارضي الوضعية، ان ماخ «قد اخطأ هدفه عندما استهان بالصورة الفيزيائية للعالم بشكل عام مع الصورة الميكانيكية للعالم» [٥، ص ٢٧]. وضمن المناقشات التي نظمتها الجمعية الفلسفية الفرنسية حول النظرية النسبية، اجاب اينشتاين عن سؤال الفيلسوف الشهير مايرسون، حول موقفه من ماخ، قائلاً «ان نظام ماخ يدرس العلاقات

المتحققة بين النتائج التجريبية، ومجمل هذه العلاقات يشكل علم الطبيعة الصحيح بالنسبة لماخ. وهي وجهة نظر سيئة، فما قام به ماخ عموماً، يمكن ان يسمى فهرستاً وليس نظاماً. ان ماخ ميكانيكي جيد، لكنه فيلسوف هزيل» [٦، ص ١١١].

وكما اشار بصواب فردريك هنريك عندما كتب «ان هذا التقييم الماحق لماخ، الفيلسوف، من قبل اينشتاين. . يتطابق تماماً وربما حرفياً مع ملاحظات لينين في مؤلفه المادية ومذهب النقد التجريبي، حول ماخ والماخية» [٧، ص ٥٦٤]. ونحن لا نعتقد ان هذا التطابق هو محض صدفة. فقد كان نقد اينشتاين منصباً بشكل جوهري ضد الارتقاء بالحسية إلى حالة المطلق، التي تؤدي إلى المثالية الذاتية. لهذا لا يمكن للمرء ان يصف تقييم اينشتاين بمجرد مزاج، كما فعل هنريك في مقالته الآنفة الذكر: ان هذا التقييم قد نتج عن البرنامج العلمي الشامل لاينشتاين. لقد حلل اينشتاين في (سيرته الذاتية) عام ١٩٥٥ الافكار التي اوصلته إلى النظرية الجديدة عن المكان والزمان.

«ان انعكاسات من هذا النوع، قد اوضحت لي، بعد فترة قصيرة من عام ١٩٠٠، أي بُعيد العمل الريادي لـ (بلانك)، انه لا الميكانيك ولا الثرموديناميك يستطيعان إلا في حالات محددة، الزعم بالدقة المضبوطة. وشيئاً فشيئاً يئست من امكانية اكتشاف القوانين الحقيقية بالاعتماد على الحقائق المعروفة. وكلما اكثرت من محاولاتي، ازددت اقتناعاً ان اكتشاف المبدأ الاساسي الشامل، هو فقط القادر على ايصالنا إلى نتائج اكيدة. . وبعد عشر سنوات من التفكير، نتج هذا المبدأ من مفارقة (Paradox) كنت قد صادفتها وانا في سن السادسة عشرة: لو تابعت حزمة من الضوء بسرعة (س) (سرعة الضوء في الفراغ) فلا بد ان ارى مثل هذه الحزمة من الضوء بصفتها مجالاً كهرومغناطيسياً متذبذباً فراغياً وفي حالة سكون. ولكن، لا يبدو ان هنالك شيئاً مثل هذا، سواء على اساس التجربة ام استناداً

إلى معـادلات ماكس ويـل . فلو حكّمنـا وجهـة نظـر مراقب كهـذا ، لاتضـح بالحـدس ، منـذ البـدايـة ، ان كل شيء لا بد ان يحصل وفق القوانين ذاتها لمراقب كان في حالة سكون بالنسبة للأرض . .

«ويرى المرء ان هذه المفارقة ، تشتمل على اصل النظرية النسبية الخاصة . فاليوم يعرف الجميع ، ان مجمل المحاولات الهادفة إلى توضيح هذه المفارقة بشكل مرضٍ ، كانت محكـومـة بالفشـل طالما ان بديهيـة (axiom) السمة المطلقة للزمان والتـزامن ، كانت راسخـة وبشكـل غير مدرك في الـلاوعي . ان فهم هذه المفارقة وسمتها العرضية ، ينطوي فعلاً على الحل لهذه المسألة» [٨ ، ص ٥٣] .

وسيفهم جميـع مؤيـدي الفـرضيـات الفلسفيـة ـ المنهجيـة لماخ ، ان نظرية الفيلسوف الفيّني في المعرفة ، كانت هزيلة إلى درجة لا تمكنها من وضع حل ايجابي لمهمة اكتشاف المبدأ الاساسي الشامل . ولكن عملية انشاء ميكانيك جديدة كان قد سبقها طور هام ، وهو ادراك حقيقة ان نظام المعرفة الفيزيائية المتضمن لبديهية السمة المطلقة للزمان والتزامن ، كان اعتباطياً ، وغير مدعم بالحقائق بشكل وافٍ .

ان ادراك هذا الـوضـع ، حسب رأي اينشتـاين ، سيعطي في الجوهر مفتاحاً لحل المسألـة . ان نقـد ماخ للمفاهيم الاساسية للميكانيك الكلاسيكي ، يمكن أن يسـاعـد ، وخصوصاً في هذه المرحلة ـ على انشاء تصورات كلاسيكية غير مدعمة بالتجربة عن الزمان والحركة والمكان ـ وبالضد من العديد من علماء الطبيعة ذوي الأفكـار الـوضعية ، آمن اينشتاين بان انجازات العلماء في ميدان المعرفة ، لها اهمية وقيمة بالغة . وقد انعكس هذا في نعيه لماخ عام ١٩١٦ .

ان لهذه المفـاهيم «نفـوذ علينـا ، بحيث ننسى مصـدرها الأصلي ، ونأخذها كشيء ثابت غير قابـل للتغـير . ولهـذا تأخـذ صفة (ضرورات التفكير) ، (بديهية معطـاة لنـا) الـخ . لقـد كان طريق التقدم العلمي معاقاً تماماً بهذه الاخطاء لفترة زمنية طويلة . ولهذا فهي ليست مزحة تافهة على الاطلاق ، عندما ننشغل بتحليل المفاهيم القديمة ، واظهار على اية ظروف تعتمد جدارتها وفائدتها ، وكيف انبثقت

بشكـل منفـرد من النتائج التجريبية . وبذلك يتلاشى نفوذها علينا إلى حد كبير . وتُحـذف ، اذا لم يكن في المستطـاع ايجـاد مبر رمنطقي لها ، اوتُصحـح ، اذا لم يكن انسجـامهـا مع المـواضيـع المعطاة قد تـم وفقاً لدراسة متأنية ، اوتُبدل ، اذا كان في الامكان انشاء نظام جديد ربما نفضله لبعض الأسباب» [٣، ص ١٠٢].

وبـرغـم حقيقـة وضـوح الـروح المعادية للتجريبية في تعابير اينشتاين ، فان انصـار ماخ بدأوا بنشـر فكـرة مفـادهـا ان النظـرية الجديدة عن المكان والزمان قد أُستقيت من نظرية الفيلسوف« الفيّني عن المعرفة . لهذا كتب هانز رشينباخ ، وهو احد ابرز ممثلي الوضعية الجديدة (neopositivism) ما يلي : «انها الفلسفة التجريبية (empiricism) ، اذن ، التي تنتمي اليهـا نسبيـة اينشتـاين . . فعلى الـرغم من الادوات الـرياضـية الهائلة ، فان نظرية اينشتاين حول المكان والزمان هي انتصار للتجـريبية ، في حقـل كان يعتـبر دومـاً مضـماراً لاكتشـاف العقل الخالص» [٨، ص ٣٠٩ ـ ٣١٠].

ان الفكرة القائلة ، ان النظرية النسبية هي انجاز ملموس لمبادىء التجريبية. ليست جديـدة ، فقـد تبناها اتباع ماخ بشكل مبكر منذ العشرينات ، برغم الموقف التشككي لماخ تجاه النظـريـة النسبيـة . كتب الفيلسوف بيتزولد في مقال له بعنوان «عـلاقـة عالم الافكـار لماخ بالنظـرية النسبية» والذي نشر كملحق للطبعة السابعة لمؤلف ماخ (تـاريـخ الميكـانيـك) ما يلي : «ان النظـريـة النسبيـة لا تتعـارض مع وجهة نظر ماخ عن العالم ، في أيّ من فرضياتها الهامة . انها الثمرة الذهبية لشجرته العميقة الجذور والواسعة للتفكير . . » [اقتبست من ٩، ص ٥١٧].

وطـور عالم الـريـاضيـات . أ . أ . فاسيلييف ، افكـاراً مشـابهـة في مؤلفـه (المكان ، الزمان ، الحركة) عام ١٩٢٢ ، فقد حاول اثبات ان «نظرية اينشتاين عن النسبية قد بُنيت على مقدمات معرفية تتطابق . . مع افكار ماخ ، ولكن لكي تُبنى هذه النظـريـة وتُقبـل من اغلبيـة الـدارسين والمفكرين في زمننا ، ثمة مطلبان يجب توفرهما : الأول ، ان تقييم الافكار حول المكان ، يجب ان يُغير الرأي المهيمن حول

العلاقة بين الفيزياء والهندسة، بين المكان والظواهر التي تحدث فيه، الرأي الذي يعتبر المكان (غرفاً للايجار) (rooms to let)، حسب عبارة «ويل» الظريفة.

والثاني، يجب اخذ الملاحظتين المتميزتين عن المكان الثلاثي الابعاد والزمان ذي البعد الواحد، من خلال المفهوم العام عن العالم، كمجموعة للاحداث ذات اربعة ابعاد. وقد اصبح المطلب الأول ممكناً بواسطة الهندسة اللا اقليدية، والمطلب الثاني من خلال تطور التجربة الفيزيائية» [١٠، ص ٦٣].

لقد كان فاسيلييف واحداً من اوائل المطورين لفكرة ان الفيلسوف الانجليزي جورج بريكلي هو البشير الايديولوجي والفلسفي للنظرية النسبية. فحسب رأيه «ان الانجاز الخالد لبريكلي، كان معارضته للواقع الخارجي للمكان، وفهمه للأخير بأنه مجرد نتيجة ذاتية كلياً لاتحاد الاحاسيس المرئية والملموسة والحركية» [١٠، ص ٥٥].

لقد لقي هذا النوع من الاحكام حول العلاقة بين النظرية النسبية والمذهب الفلسفي لماخ رواجاً ايضاً في الفلسفة الغربية المعاصرة للعلم، وكذلك في الأدب الفيزيائي. فنرى الفيزيائي الانجليزي د. و. شيما في مؤلفه (الاسس الفيزيائية للنسبية العامة) يبجل وجهات نظر بريكلي وماخ عن الجاذبية وعن طبيعة قوى العطالة ـ القصور الذاتي، في محاولة منه لاثبات ان لهما تأثيراً حاسماً في صياغة النظرية النسبية العامة. ان المبادىء الأساسية لنقد المكان المطلق لبريكلي وماخ هي متطابقة فعلاً، اضافة إلى وجود مسائل عديدة مشتركة في مواقفهما الفلسفية. ويتضح ذلك جوهرياً في مؤلف لينين (المادية ومذهب النقد التجريبي). وقد كان شيما صائباً في قوله ان «بريكلي.. قد عارض فكرة المكان المطلق لأنه غير منظور» [١١، ص ١٧].

ومواصلة منه في تحليل المقدمات الفلسفية للنظرية الجديدة عن الجاذبية في فصل (مبدأ ماخ) كتب شيما: «ان معالجة ماخ لمسألة العطالة كان مجرد تطوير بسيط لما انجزه بريكلي، وهو عمل هام جداً، لانه حفز على اعادة مناقشة المسألة

في الـوقت الـذي كانت فيـه شرعيـة آراء نيـوتن لا جدال فيهـا. ان انتقادات ماخ لقـوانـين نيـوتن عن الحـركـة كانت اكثـر تفصيـلاً من انتقـادات بريكـلي، ولكن بخصوص قوة الطرد المركزي كان رأيهما واحداً» [١١، ص ١٨].

والحق لم يكن امـراً بسيطاً ماوجهه ماخ من انتقاد إلى الفرضيات الاساسية لنظرية الجاذبية لنيوتن. وشيها على حق تماماً في هذه النقطة. وهو ايضاً على حق في قوله ان نقد ماخ لمذهب نيوتن كان اعمق من نقد بريكلي. غير ان هذا العمق كان مرده إلى حجج ماخ الفيزيائية لا إلى حججه الفلسفية.

ومن هذه النـاحيـة يتضـح ان مبـدأ ماخ الـذي لعب دوراً محدداً في صياغة النظـريـة النسبيـة العـامـة باعتباره مبدأ فيزيائياً، لا يمكن ان يتطابق مع تأكيداته الفلسفيـة. ولهـذا يكون من الصعب تقبل منطق شيها القائل ان المواقف الفلسفية لماخ وبـريكـلي، الـزاميـة لجميع الفيـزيـائيـين، لأنهـما انتقـدا مبادىء الميكانيك الكلاسيكي من مواقف معرفية متطابقة.

ان هذا المنطق يُبسـط ويُـدمـر الصـورة الحقيقيـة، لأنـه اهمل تمامـاً مسألـة الاختـلافـات في النقـد لأسس الميكـانيـك الكـلاسيكي، ومسألـة ما اذا كانت الفرضيات الفلسفية للماخية، قد تم فهمها وادراكها في النظرية الجديدة، كما فات هذا المنطق ايضـاً، ادراك عقـديـة العـلاقـات بين الفلسفة والفيزياء بشكل عام، وبين المعرفة المثالية ـ الذاتيةلبريكلي وماخ والنظرية النسبية، بشكل خاص.

ويكمن جوهـر هذه العـلاقة في استخدام بعض سمات المعرفة المتحققة، في نقـد المفـاهيم القـديمة عن المكان والزمان. هذه المعرفة التي قدمت افكاراً منهجية علمية تتجاوب بصورة افضل مع متطلبات تطور المعرفة الفيزيائية.

ان منطق الفلسفـة المـاخيـة، الـذي غدا متينـاً من النـاحيـة التجـريبيـة ـ الظـاهـراتيـة، لا يمكن بجـوهـره ان يُستخدم بشكل حقيقي في بناء صرح جديد للنظـريـة الفيـزيـائيـة. وهـذا ما اشـار اليـه اومليانوفسكي بصواب «ان ما جذب اينشتـاين إلى ماخ، كان في الغـالـب، السـمات النقدية في تحليله لميكانيك نيوتن،

اضافة الى حججه التي اعتبرها اينشتاين نقداً للدوغما المادية الميكانيكية التي تعتمد عليها» [١٣، ص ٥٥].

وقد اشار إلى هذه الحقيقة ايضاً، ب. ج. كوزنتسوف (١٤)، وكوبين (١٥). فقد كتب كوبين خصوصاً ان «تأثير افكار ماخ على علماء الطبيعة في تلك الفترة، لا يمكن انكاره. فحتى الفيزيائيون من امثال اينشتاين وبلانك، الذين تختلف وجهات نظرهم بدون شك عن افكار ماخ، اعترفوا مراراً بصلاتهم مع ماخ» [١٥، ص ١٣١]. وكان تفسيره لهذه الحقيقة هو «ان معارضة الميكانيكية قد جعلت من ماخ مناضلاً بارزاً في سبيل فيزياء جديدة» وهكذا رأى علماء الطبيعة ماخ باعتباره «ناقداً للصورة الميكانيكية للعالم» [١٥، ص ١٣١].

واخيراً، دعونا نحدد وجهة نظر ماكس بورن الذي كان - في ذات الوقت الذي ينتقد فيه بحدة التصور الوضعي عن الادراك العلمي كونه لا عقلانياً ودوغماتياً - يؤمن بأن «هذا الرأي قد اثبت فعاليته من خلال دفعه للعلماء على اتخاذ موقف نقدي تجاه الافتراضات التقليدية، وانه قد ساعد في بناء النسبية ونظرية الكم» [١٦، ص ٤٩].

وهكذا فان فلسفة ماخ الظاهراتية والتجريبية البحت، اصبحت غير قادرة على ان تكون اداة منهجية لتطوير اسس المفهوم الجديد عن المكان والزمان. ولكن من جانب آخر، وبفعل نقدها للمعرفة المتحققة، فقد سهلت من ادراك الحاجة إلى تحطيم الهياكل الطبيعية - الفلسفية الدوغماتية المستندة على الميكانيك الكلاسيكي*.

ولهذا السبب، ومن اجل فهم وتوضيح الموقف الايجابي للعديد من علماء الطبيعة تجاه الافكار الفلسفية لماخ، وبعيداً عن الحقائق التي ذكرت آنفاً، يجب

* - انظر ايضا فصل «الخلاف حول المقدمات الفلسفية للنظرية النسبية معضلة ماخ - اينشتاين» في مؤلفنا (١٧).

الانتبـاه إلى ان اولئـك الـذين انشأوا الفيـزيـاء الجـديـدة، لم يقوموا غالباً بتحليل المنظـومـة المفـاهيمية للمعرفة الماخية، اوبنقد الجوهر المثالي الذاتي لهذه الفلسفة. بل انهم على العكس، تقبلوا ماخ بصفته معارضاً للدوغماتية، وناقداً لأسس علم الطبيعـة الكـلاسيكي. كما كتب اوكـولوف في مقالته عن نشوء وجهة نظر اينشتاين عن العـالم «ان اينشتـاين قد استقى العناصر الديالكتيكية في فلسفتي هيوم وماخ، واهمل اطارهما الفلسفي» [١٨، ص ١٨].

ثمة اوجه في تعاليم ماخ، يمكن ان يتوفر لها دون شك تفسير ديالكتيكي. ولكن كما سنـرى لاحقـاً، انهـا لا تعـبر عن جوهـر فلسفتـه. وخصـوصـاً فيما كتبه اينشتـاين في نعيـه لماخ المشـار اليـه سابقـاً. فقد كتب اينشتاين ان الدور الايجابي للفيلسـوف الفيّني، يكمن في مهـاجمته لأولئك الفلاسفة ذوي التفكير الميتافيزيقي (بالمعنى الهيغلي والديالكتيكي للمصطلح) والعلماء الذين «اعلنوا استحالة تغيير» العـديـد من مفاهيم الميكانيك [٣، ص ١٠٢]. وقد انجذب علماء الطبيعة ايضاً إلى فلسفة ماخ، من خلال استخدامه الواسع للنتائج الطبيعية ـ العلمية في انشاء نظامه، وتشديده على المشاكل الواقعية التي تواجه علم الفيزياء.

لهذا كان ماخ غير راضٍ عن صروح نيوتن حول المكان والزمان المطلقين، كونهـما غير قادرين، كمبـدأ، على المضي جنبـاً إلى جنب مع النتائج التجريبية. وحـدد بشكل صائب، الطبيعة التجريبية للخواص الزمكانية: «ان الحركة يمكن ان تكون منتظمة نسبة إلى بعض الحركات الاخرى. ومسألة كون الحركة منتظمة بذاتها ليس لها اي معنًى» [٩، ص ٢١٧].

وفي مكـان آخـر كتب ماخ: «يجب ان لا ننسى، عمـومـاً، ان كل الأشيـاء مترابطة، وأننا مع جميع افكارنا مجرد جزء صغير جداً من الطبيعة» [٩، ص ٢١٧].

لقـد استـوعب العلماء هذه (اللمحات) الديالكتيكية (في العديد من اعمال ماخ) لكونها غير مرتبطة بتأكيداته المثالية. ولكن هذه الافكار، الصحيحة بذاتها،

لم تلعب دورا حاسماً في اعمال ماخ نفسه. فقد عبر عن جوهر آرائه بالكلمات التالية: «ان التأمل غير المتحيز يعلمنا ان اية حجة (تطبيقية) و(فكرية) تكون كافية حالما تستطيع افكارنا ان تستخرج تماماً الحقائق الحسية. وهذا الاستخراج هو بالتالي (هدف) و(غرض) الفيزياء. اما الذرات والقوى والقوانين فهي على العكس، مجرد (وسائل) تُسهل عملية الاستخراج» [١٩، ص ٢٥٧]. وقال ايضاً: «ان وجهة نظري (تستبعد) تماماً جميع المسائل الميتافيزيقية (الفلسفية ك.خ)، بغض النظر عما اذا كانت تعتبر غير قابلة للحل حالياً فقط، او ليس لها معنى بشكل عام وإلى الأبد» [١٩، ص ٣٠٠]. «ان العالم (الحسي) ينتمي (في وقت واحد) إلى الميدانيين الفيزيائي والفكري» [١٩، ص ٢٥٣].

ان اغلب علماء الطبيعة لم يفهموا التعابير المثالية الذاتية المقتبسة هنا، على انها مترابطة عضوياً مع السمات النقدية للفلسفة الماخية. وعلى نحو مميّز، فان وجهات نظر ماخ المثالية الذاتية عن عناصر العالم، عن (مركبات الاحساسات) التي يتكون منها العالم، الخ، قد أُهملت تماماً من قبل علماء الطبيعة.

وأخيراً فقط (بُعيد عام ١٩١٠)، وعندما احتلت مسألة المقدمات الفلسفية للنظرية النسبية مساحة واسعة من النقاش، وظهرت اعمال خاصة تُعنى بالسمات المعرفية للنظرية النسبية، بات على الفيزيائيين ان يدرسوا التفسيرات الفلسفية للمرحلة الجديدة من تطور علم الفيزياء. ونتيجة لذلك فان اغلب العلماء، ومن بينهم اينشتاين، اتخذوا موقفاً سلبياً تجاه العلاقات بين النظرية النسبية والعديد من المدارس الفلسفية المثالية، وبضمنها الماخية. فمؤسس النظرية النسبية انتقد ماخ «لعدم توضيحه بشكل صحيح الطبيعة التأملية والبنائية الجوهرية للتفكير وبالأخص التفكير العلمي» [٨، ص ٢١].

لقد لامست ملاحظة اينشتاين هذه الضعف الجوهري لنظرية ماخ عن المعرفة، كونها خطة تجريبية في الفلسفة ـ تستخف بدور العنصر النظري والعقلاني والابداعي للادراك. لقد كان الموقف السلبي لماخ تجاه نتاج المعرفة المنطقية النظرية

هو الـذي اوصله إلى فكـرة عدم شرعيـة وبطـلان النظرية النسبية . وعين السبب يقف وراء الموقف السلبي لماخ ، تجاه المذهب الذري (Atomism) ولتقييمه النظرية الـذريـة ـ الجـزيئية كونها منهجاً للطبيعة ، وللذرات كونها سبت السحرة (witches sabbath) [٢٠ ، ص ١٠٤]. ولهـذا فان محاولات تلامـذة ماخ ، وبـالأخص فرانك ، في اثبات ان الخطأ التاريخي قد حصل عندما ارتبط صراع ماخ ودوهيم في سبيـل الفلسفـة الـوضعيـة مع كرههما للمذهب الذري . واعتبار انتصار المذهب الذري بمثابة هزيمة للوضعية غير مبر ر تأريخياً . وبالصدفة لم يكن الاختلاف بين الافكـار الفلسفيـة لماخ وبـين الفيزياء الجديدة جلي تماماً ، كي يُفهم حتى من قبل اتباع ماخ ، الأمر الذي حفز المحاولات لتحديث الماخية .

وهكـذا فان ظهـور النظـريـة النسبية لم يكن مرده فقط إلى اكتشاف العلماء لحقائق تجريبية يتعذر حشرها ضمن النمط المفاهيمي القديم ، بل كان مرده ايضاً إلى التحليل الفلسفي النقدي للعديد من المفاهيم البديهية والاساسية في آن واحد للميكانيك الكلاسيكي . ان تأثير الطموحات الوضعية ، ويضمنها افكار ماخ على بعض علماء الطبيعـة ، يمكن ان يتجلى في حقيقـة ان العـديـد من المـدارس والطـوائف الفلسفيـة المعـاصـرة في الغـرب ، كانت لا عقـلانيـة وبديهية وذاتية في طبيعتهـا ، تهمـل انجازات ومكاسب علم الطبيعة ، وتتبنى موقفاً سلبياً او تشككياً (Skeptial) من تطور المعرفة العلمية .

وعنـد منـاقشـة تأثـير بعض النظم الفلسفيـة على علماء الطبيعة ، أو علماء الاجتماع بخصوص نظرتهم إلى العالم ، لا بد ان نذكر ان الانظمة الفلسفية قد تم استيعابها وفهمها من قبل علماء الطبيعة بشكل مختلف عن علماء الاجتماع . اضافة إلى وجـود اختـلاف هام في تصـور نفس الافكـار المعـرفيـة بين المنظـرين وبـين التجـريبيـين في الفيزياء . ان عملية تفسير الافكار الفلسفية من قبل علماء الطبيعة (كأي مختصين في مجالات اخرى من المعرفة) تعتمد بشكل مباشر على المهام التي يحلونها في فترة معينة ، وعلى نظام التصنيف الذي يطبقونه . وبعد دراسته لمختلف

التفسيرات الفلسفية لنظريته ضمن العمل الذي كُرس عن اسهامه في العلم، وصف اينشتاين الحالة بالكلمات التالية: «ان العالِم. . يبدو واقعياً (realist) طالما يصف العالم بشكل مستقل عن فعل التصور. ومثالياً (idealist) طالما ينظر إلى المفاهيم والنظريات بصفتها ابتكارات للروح البشرية (ليست مشتقة منطقياً من المعطيات التجريبية)، ووضعياً (positivist) طالما يعتبر ان مفاهيمه ونظرياته مؤهلة (فقط) للامتداد، وانها توفر عرضاً منطقياً للعلاقات بين التجارب الحسية. وربما يبدو (افلاطونياً) أو (فيثاغورياً) طالما يعتبر مسألة البساطة المنطقية شيئاً لا مفر منه، واداة مؤثرة في بحثه» [٨، ص ٦٨٩]. ان مواصفات الادراك الحسي للأفكار الفلسفية هي احدى اسباب الاختلاف في تفسير الفرضيات المتماثلة لهيغل مثلاً وكانط.

ويمكن ان نورد في هذا السياق الحقيقة التالية من تاريخ العلم. فمن المعروف ان اينشتاين كان قد حلل مسألة العلاقة المتبادلة بين العديد من المذاهب الفلسفية ونظرية المكان والزمان. وعبر بشكل خاص عن موقف سلبي تجاه التفسير الكانطي للعلاقة المتبادلة بين المكان والزمان والمادة المتحركة في اطار العلم: «ان محاولة كانط لازالة الضعف (الاشارة هنا إلى صعوبات التناول الكلاسيكي للعلاقة المتبادلة بين المكان والزمان. ك.خ) من خلال انكار موضوعية المكان، يمكن. . بصعوبة ان تؤخذ بشكل جدي» [٢١، ص ١٣٧]. ولكن، بعض الفيزيائيين (لا نشير هنا إلى الكانطيين الجدد من امثال كاسيرير) من الذين ايدوا المفاهيم النسبية، حملوا رأياً معاكساً لمشكلة كانط ـ اينشتاين. فقد كتب ماكس فون لايو «لقد توصلت إلى فهم للنظرية النسبية، فقط، عندما نجحت في ربطها مع تعاليم كانط حول المكان والزمان» [٢٢، ص ١٥٩].

ان مثل هذه الاحكام عن دور الفلسفة الكانطية في تفسير النظرية النسبية، تُثبت برأينا النقطة التالية: ثمة مواصفات معينة لادراك النظام الفلسفي المعطى، ومبادئه الأساسية ومسلماته المنهجية من قبل علماء الطبيعة وعلماء الاجتماع

والكتّاب . . الخ ، وتعتمد هذه المواصفات على المستوى الثقافي للعالِم ، وعلى وضعه الاجتماعي ، وعلى المسائل التي يعالجها . وتوضح هذه الشروط السبب في التأثير البالغ لماخ على آراء معاصريه من العلماء ، وبالأخص مساعدتهم على فهم ما يجب أن يبحثوا عنه في البنى المعرفية للفيلسوف الفيّني لحل مسائلهم .

ان خطأ ماخ واوستفالد ودوهيم وغيرهم ، لا يكمن طبعاً في انتقادهم للعناصر المجسمة «anthropomarphic» جوهرياً والميتافيزيقية في نظام الفيزياء النيوتنية ، اضافة إلى مبادىء معينة من الاسلوب الميتافيزيقي للتفكير . ان خطأهم يكمن في انتقادهم لها ، كما وضح لينين ، من مواقع التجريبية الفلسفية المثالية - الذاتية . وكما اشار كارل ماركس «ان التجريبية التامة تتحول إلى ميتافيزيقية كاذبة ، إلى الفلسفة المدرسية (Scholasticism) ، التي تجهد نفسها في سبيل استنباط الظواهر التجريبية التي لا تُنكر ، من خلال التجريد الشكلي البسيط وبصورة مباشرة من القانون العام ، اوباظهار انسجامها مع ذلك القانون من خلال البرهان الساطع» [٢٣ ، ص ٨٩] . وهذا هو السبب في ان محاولات جعل مقولات المكان والزمان والحركة ، نسبية ، قد انتهت إلى رفض وانكار المحتوى الموضوعي لها . وفي التحليل النهائي ، فشلت الماخية في اعطاء تفسير فلسفي - نقدي لأسس فيزياء نيوتن . ان الذاتية المعرفية التي تقف وراء هذه المحاولات قد اوصلت اصحابها إلى مثالية من النمط البريكلي .

ان التجريبية تُقصر موضوع المعرفة العلمية على نتائج الاحساس وترتيبها «Their systemat isation» وهي غير قادرة على الاجابة عن كيفية الانتقال من نظام إلى آخر من انظمة المقولات . واكثر من ذلك ، فان البرنامج التجريبي المتين ، الذي يقف وراء منطق الادراك العلمي ، يمنع اية امكانية للتفكير بالانتقال من نظام نظري للمعرفة إلى آخر . وفي افضل الحالات ، يمكن ان يُصنف النظام المتحقق للمعرفة من خلال تحديد عناصره الافتراضية «its hypothetical elements» والمقادير غير المنظورة بشكل مباشر ، وبشكل عام ، أي

شيء لا يُعطى فوراً. ان هذه المسألة: الظاهراتية البحث، تفعل القليل لتسهيل عملية حل المهام التي تواجه العلم. وكانت المشكلة الحقيقية التي تشغل بال العلماء لاتزال قائمة.

ثمة متطلبات جديدة يجب فرضها على الجهاز المقولاتي للفيزياء، ويجب ان تتغير مضامين بعض المقولات الاساسية لميكانيك نيوتن، ويجب تحديد مجال فعل المفاهيم الأخرى في حقل السرع البطيئة والكتل الكبيرة، ويجب توفير البرهان النظري للمقولات الجديدة، بما يعكس الصلات والعلاقات المكتشفة حديثاً، والتي ليس لها نظير ميكانيكي.

لقد ارتبطت النظرية الجديدة عن المكان والزمان والجاذبية بانواع مختلفة للتصور المعرفي لماخ واتباعه بشكل تأريخي اكثر من ارتباطها من الناحية المفاهيمية، او الأصل الواحد.

ان النظرية النسبية لا تستطيع في المبدأ، ان تكون مُستقاة منهجياً من الماخية، وبالتالي لا تستطيع ان تستخدم مبادئها الفلسفية. وهنا تتجلى حقيقة انتقاد اينشتاين الحاد لماخ، الفيلسوف، بعد ان اهتم الأول بالمسائل الفلسفية لعلم الفيزياء. ولم يكتف اينشتاين بالتعبير عن موقفه السلبي ازاء ماخ، بل حدد العنصر الأضعف في بنائه النظري ـ وهورفع نتائج الاحساس إلى حاله المطلق، واستخفافه بالدور الخلاق للذات في الادراك. وقد علل الموقف السلبي لماخ واوستفالد من المذهب الذري، بفشلهما في فهم الدور المبدع للذات: «ان كراهية هذين الباحثين للنظرية الذرية، يمكن أن تُعزى دون شك الى موقفهما الفلسفي الوضعي. وهكذا فحتى الباحثين ذوي الروح الجريئة والموهبة الفذة، يُمنعون من تفسير الحقائق بسبب التحيز الفلسفي. ان التحيز يكمن في ان الحقائق بذاتها، يمكن ويجب ان تولّد معرفة علمية بدون بنية مفاهيمية حرة» [٨، ص ٤٩].

وربما كان ادراك دور التخيل «imagination» هو السبب الذي جعل مؤسس النظرية الجديدة عن المكان والزمان، يُقيّم عالياً الامكانيات المنهجية في

الفلسفة الكانطية، التي كان يتأخذ موقف سلبي ازائها، بعد انتهاءه من صياغة النظرية النسبية [٢٤، ص ص ٥٠ ـ ٥١]. ولكن، من المشكوك به، ان تأكيدات اينشتاين، بان النظريات هي ابتكارات حرة للعقل البشري، وبعدم وجود سبيل من التطبيق إلى النظرية. . الخ، كانت موجهة ضد الماخية، وضد الخط الوضعي في الفلسفة بشكل عام*.

ان رفع التجريبية إلى حالة المطلق، قد اوصلت ماخ لا إلى عدم تصديقه بالنظرية النسبية بسبب صفتها الدوغماتية المزعومة، بل إلى موقف صارم ضد المذهب الذري. وعندما وجد نفسه ضد المادية النقدية لبلانك، كتب ماخ ان الاختلاف الاساسي في الرأي حول الفيزياء المعاصرة، يكمن في (الايمان بواقعية الذات). ان الفيزيائيين يمتلكون كل المقدمات لاكتشاف الصواب، واضاف ماخ، اذا كان الايمان بواقعية الذرات جوهرياً، فانه سيتخلى عن الاسلوب الفيزيائي للتفكير، ولن يرغب بان يكون فيزيائياً حقيقياً، وسيتخلى عن اية ادعاءات بلقب العالِم، لأن حرية الفكر عزيزة عليه. [انظر ٢٥].

ولا حاجة للتعليق هنا من ان المواقف الفلسفية الخاطئة لماخ، قد جعلت منه معارضاً للنظريات الفيزيائية الاساسية في القرن العشرين. ولهذا فان تعبير بريجمان في ان محاولة ماخ في تحليل النظرية الفيزيائية تتعلق بالمراقبة «Observation» اكثر من تعلقها ببنائها الفوقي الميتافيزيقي، قد اثبتت انتصارها [انظر ٢٦، ص ٨٠] يبدو غريباً تماماً، فلم يستطع بريجمان، على نحو مميز، في مقالته (ارنست ماخ والفيزياء المعاصرة) ان يحدد حقيقة واحدة لتبيان التأثير الايجابي لافكار ماخ الفلسفية، على البحث المنهجي المعاصر في الفيزياء. ولم يكن ذلك صدفة. ان السبب يكمن في الاختلاف الاساسي بين اسلوب تطور

* ـ ان امكانية التفسيرات المختلفة لهذه التأكيدات ونوعيتها القابلة للنقاش تنبع من غموضها، او من طبيعتها الفلسفية.

علم الطبيعة في القرن العشرين، وبين المبادىء المنهجية الاساسية لماخ واتباعه. لهذا نجد صدقاً اكثر في نقد تجريبية ماخ من قبل الفيلسوف الامريكي روبرت س. كوهين: «ان برنامجه للتحليل الفلسفي للعلم شديد الشبه بكومبيوتر مبرمج ذي سرعة عالية» [٢٧، ص ١٤٤].

لقد ولّد تطور العلم المعاصر ادراكاً لاستحالة قبول واستساغت المبادىء الاساسية للوضعية التقليدية. فلم يفقد ماخ فقط منزلته في العلم المعاصر، بل ايضاً الآخرون من امثال كارناب ورشنباخ.

ان مسائل تزايد المعرفة وآلية تطورها، وذور العوامل الاجتما ـ ثقافية، كل هذه المسائل المرتبطة مع الوضعية التقليدية، قد جرى بحثها بشكل واسع في المنهج المعاصر للعلم. وهذا دليل على عمق الاختلاف بين المبادىء الاساسية لفلسفة ماخ والاتجاهات الاساسية للادراك العلمي في القرن العشرين.

لقد تغلب العلم على (الخوف من الميتافيزيقية)، الذي وحسب تعبير اينشتاين قد «بات علة التفلسف التجريبي المعاصر» [١، ص ٢٨٩]. ان تاريخ المعرفة قد عزز واثبت نبوءة مؤسس الميكانيك النسبي «ان المرء بعد كل هذا، لا يستطيع ان ينسجم مع (الميتافيزيقية) [١، ص ٢٩١]. وهذا اثبات على تعارض نظرية ماخ في المعرفة مع اينشتاين.

المصادر

مصادر المقالة الأولى

١ ـ أ. اينشتاين، افكار وآراء، دار كرون، نيويورك، ١٩٥٤ .

٢ ـ أ. اينشتاين، (ملاحظات حول نظرية المعرفة لبرتراند روسل)، ب. أ. شليب (فلسفة برتراند روسل) جامعة نورث ويسترن، ايفانستون وشيكاغو، ١٩٤٤ .

٣ ـ انجلز (ديالكتيك الطبيعة)، دار التقدم، موسكو ١٩٧٤ .

٤ ـ أ. اينشتاين (ملاحظات متصلة بمقالات ظهرت في آن واحد في مجلد مشترك) ب. أ. شليب (البرت اينشتاين: الفيلسوف ـ العالم)، ايفانستون، اليونيس ١٩٤٩ .

٥ ـ أ. اينشتاين «ارنست ماخ» المجلة الفيزيائية، سنة ١٧ / العدد ١٩١٦/٧ .

٦ ـ أ. اينشتاين (المذكرات)، ب. أ. شليب (البرت اينشتاين: الفيلسوف ـ العالم)، ايفانستون اليونيس ١٩٤٩ .

٧ ـ حوار بين رابندرانت طاغور والبر وفسور البرت اينشتاين، ١٤ يوليو ١٩٣٠ . مجلة مودرن ريفيو، عدد ١، كلكتا ١٩٣١ ص ٤٢ .

٨ ـ أ. اينشتاين (رسائل إلى موريس سوليفين)، كوتير ـ فيلارس، باريس ١٩٥٦ .

٩ ـ فردريك هنريك، البرت اينشتاين: حياة من اجل الحقيقة والانسانية والسلام، دار نشر ديرمورجن، برلين ١٩٦٧ .

١٠ ـ مقتبس من ماكس بلانك، إلى اين يسير العلم؟ الين واونوين لندن ١٩٣٣ .

١١ ـ أ. اينشتـاين (جـوابي حول التجمـع المعـارض للنظـرية النسبية) ورد الاقتباس من الجريدة اليومية البرلينية ١٩٢٠/٨/٢٧ .

١٢ ـ أ. اينشتاين ، معنى النسبية ، جامعة يرينكتون ، نيوجرسي ١٩٥٥ .

١٣ ـ رسـالـة من الـدكتـور اينشتـاين إلى هير بـرت صامـوئيـل ١٣/ ١٠/ ١٩٥٠ . هير بـرت صامـوئيـل : اطـروحـة في الفيـزيـاء ، هاركـورت ، براس وكـوبني ، نيـويـورك ١٩٥٢ ، ص ـ ص ١٥٩ ـ ١٦٠ .

١٤ ـ أنجلز (انتي دوهرنغ) دار التقدم ، موسكو ١٩٧٥ .

١٥ ـ أنجلز (ليـودفيـغ فيـورباخ ونهاية الفلسفة الكلاسيكية الالمانية) ، كارل ماركس وفريدريك انجلز ، المختارات ثلاثة مجلدات . المجلد ٣ ، دار التقدم ، موسكو ١٩٧٣ .

١٦ ـ اينشتاين ، الدين الكوني مع آراء اخرى واقوال مأثورة ، دار كوفيسي ـ فريد ، نيويورك ١٩٣١ .

١٧ ـ اينشتاين ، حول تعميم نظرية الجاذبية ، سانيتفك امريكان ، مجلد ١٨٢ ، عدد ٤ ابريل ١٩٥٠ .

١٨ ـ اينشتاين ، نظرية الحقل الجديد ، التايمز ، ٥ فبراير ١٩٢٩ .

١٩ ـ رودلف كاسير ، سبينوزا ، بورتريت لبطل روحي ، مع مقدمة بقلم اينشتاين ، نيويورك ١٩٤٦ .

٢٠ ـ اينشتـاين (الفيـزيـاء ، الفلسفـة والتقدم العلمي) مجلة كلية الجراحين الدولية ، مجلد ١٤ ، عدد ٦ ، شيكاغو ، ديسمبر/ ٩٥٠ / .

٢١ ـ أ. اينشتـاين ، في الـذكـرى المئـويـة لميلاد اللورد كليفن ، مجلة العلوم الطبيعية ، العدد ٣٠ السنة الثانية عشر ١٩٢٤ .

٢٢ ـ لينين ، المادية ومذهب النقد التجريبي ، المؤلفات مجلد ١٤ ، دار التقدم ، موسكو ١٩٦٢ .

٢٣ ـ لينـين ، نظـرة شاملة على كتـاب هيغـل علم المنطق ، المؤلفـات المجلد ٣٨ ، دار التقدم ، موسكو ١٩٦١ .

٢٤ ـ غاليلو غاليلي ، حوار حول النظامين الاساسيين في العالم ـ بطليموس وكوبرنيكوس ، ترجمة ستلمان دراك . تقديم اينشتاين ، دار نشر جامعة كاليفورنيا بريكليه ولوس أنجلس ١٩٥٣ .

مصادر المقالة الثانية

١ ـ ب. أ. شليب (الناشر). البرت اينشتاين: الفيلسوف ـ العالم، ايفانستون، ١٩٤٩.
٢ ـ بريجهان. طبيعة بعض مفاهيمنا الفيزيائية، نيويورك، ١٩٥٢.
٣ ـ آراء وافكار لألبرت اينشتاين، دار نشر كرون، المكتبة الفلسفية، نيويورك، ١٩٥٤.
٤ ـ بريجهان. طبيعة النظرية الفيزيائية، طباعة جامعة برينكتون، برينكتون، ١٩٣٦.
٥ ـ أ. اينشتاين، ل. انفيلد: تقييم الفيزياء. سايمون وشوستر، نيويورك ١٩٦١.
٦ ـ كارل. ر. بوبر: منطق الاكتشاف العلمي، هوتجنسون وشركاه، لندن، ١٩٦٠.
٧ ـ هايزنبرغ: «النظرية، النقد والفلسفة». في: من تاريخ الفيزياء. محاضرات مسائية في المركز الدولي للفيزياء النظرية، ترستي، ايطاليا، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فينا، ١٩٦٩.
٨ ـ بريجهان: انعكاسات العالِم الفيزيائي. المكتبة الفلسفية، نيويورك، ١٩٥٠.

مصادر المقالة الثالثة

١ ـ ألبرت اينشتاين، اراء وافكار، دار نشر كرون، نيويورك، ١٩٥٤
٢ ـ أ. اينشتاين، مقالة في العلوم، طبعة جديدة، مجلد ٩١، ١٩٤٠.
٣ ـ و. هايزنبرغ. المبادىء الفيزيائية ونظرية الكم، دار نشر فون س. هيرزل، لايبزغ ١٩٤٢.
٤ ـ ب. أ. شليب (الناشر). ألبرت اينشتاين: الفيلسوف ـ العالم، ايفانستون، (الينيوس)، ١٩٤٩.
٥ ـ المجلة الفيزيائية، مجلد ٤٧، العدد ١٠، الطبعة الثانية، ١٩٣٥.
٦ ـ نيلز بوهر. حول مسألة قابلية قياس المجالات الكهرومغناطيسية، ١٩٣٣.
٧ ـ مؤتمر الفيزياء، الراديو لوجيا والبايولوجيا والفيزياء الذرية، بولوجنا، ١٩٣٧.
٨ ـ مبدأ التهامية والديالكتيك المادي، اويتيتسك، ١٩٧٢.
٩ ـ لويس دي بروجلي، مقدمة حول الموقف من الميكانيك الكمي، مكتبة هيرمان العلمية، باريس، ١٩٣٠.

١٠ ـ البرت اينشتاين، الفيزياء والواقع، في: افكار وآراء لألبرت اينشتاين.
١١ ـ الطبيعة، مجلد ١٣٦، العدد ٣٤٢٨، ١٩٣٥.
١٢ ـ أ. اينشتاين و ل. انفيلد، تطور الفيزياء، سايمون وشوستر، نيويورك ١٩٦١.
١٣ ـ أ. اينشتاين، ميكانيك الكم والواقع. في: الديالكتيك، مجلد ٢، العدد ٣، ٤، نيوجاتل، سويسرا.
١٤ ـ أ. اينشتاين، ملاحظات تمهيدية حول المفاهيم الاساسية، في: لويس دي بروجلي (physicien et penseur)، الناشر ألبين ميشيل، باريس، ١٩٥٣.
١٥ ـ الديالكتيك، العدد ٢، ١٩٤٨.
١٦ ـ الفلسفة في اواسط القرن، دراسة ميدانية، فيرنز، ١٩٥٨.
١٧ ـ ف. أ. فوك، حول تفسير ميكانيك الكم، في: القضايا الفلسفية للعلوم الطبيعية المعاصرة، دار نشر ناوؤ كا، موسكو، ١٩٥٩.
١٨ ـ ف. أ. فوك، ميكانيك الكم وبنية المادة، في: بنية واشكال المادة، موسكو، ١٩٦٧.
١٩ ـ ف. أ. فوك. ميكانيك الكم وقضايا فلسفية، دار نشر ناوؤ كا، موسكو، ١٩٧٠.
٢٠ ـ ف. أ. فوك. اسس ميكانيك الكم، موسكو، ١٩٧٦.
٢١ ـ ب. يا. باخوموف، نسبية نمط التفاعل والتفسير الموضوعي لميكانيك الكم، في: الفلسفة والفيزياء، الكتاب الأول، جامعة فرونزا، فرونزا ١٩٧٢.
٢٢ ـ ديفيد بوهم، نظرية الكم كدلالة على نظام جديد في الفيزياء، الجزء الأول، تطور أنظمة جديدة في مسار تاريخ الفيزياء، في: اسس الفيزياء، مجلد ١، عدد ٤، ١٩٧٠.
٢٣ ـ ديفيد بوهم، المصدر السابق، الجزء الثاني، النظام الظمني والنظام الصريح في القانون الفيزياء، في: اسس الفيزياء، مجلد ٣، عدد ٢، ١٩٧٣.
٢٤ ـ ديفيد بوهم وب. هيلي، بصدد الفهم البديهي للامركزية المطبق في نظرية الكم، في: اسس الفيزياء، مجلد (٥)، عدد ١، ١٩٧٥.
٢٥ ـ قضايا السببية في ميكانيك الكم، دار نشر الآداب الأجنبية، موسكو، ١٩٥٥.
٢٦ ـ جون فون نيومان، الاسس الرياضية لميكانيك الكم، طباعة جامعة برينكتون، برينكتون، ١٩٥٥.
٢٧ ـ ج. س. بيل بصدد مفارقة أينشتاين ـ بودولسكي ـ روسن، في: الفيزياء، مجلد ١، عدد ٣، نيويورك، ١٩٦٤.

٢٨ ـ ج. س. بيل، بصدد قضية المتغيرات المخفية في ميكانيك الكم، في: مجلة الفيزياء المعاصرة، مجلد ٣٨، عدد ٣، ٤، ١٩٦٦.
٢٩ ـ رسالة اينشتاين إلى بورني ١٩٥٢/٥/١٢، البرت اينشتاين وهيدفيك وماكس بورن: الرسائل المتبادلة في الفترة ١٩١٦ ـ ١٩٥٥ دار نشر، نيمفنبيرغر، ميونخ، ١٩٦٩.

مصادر المقالة الرابعة

١ ـ فريدريك انجلز. ديالكتيك الطبيعة، دار التقدم، موسكو ١٩٧٤.
٢ ـ لينين «ملاحظات حول كتاب هيجل (علم المنطق)»، المؤلفات جزء ٣٨، دار التقدم موسكو ١٩٦١.
٣ ـ ماكس بورن التجربة والنظرية في الفيزياء، منشورات دوفر، بالتعاون مع ان. واي ١٩٥٦.
٤ ـ ب. أ. شليب. البرت اينشتاين، الفيلسوف ـ العالم، ايفانستون، اليونيس ١٩٤٩.
٥ ـ نشرة الجمعية الفرنسية للفلسفة، ٢٢ (١٩٢٢)، مقتبس من المجلة الفيزيائية العدد ١٢، ١٩٥٩.
٦ ـ ام. اي. اومليانوفسكي. «بصدد ملاحظة فردريك هنريك عن رسالة البرت اينشتاين إلى ارنست ماخ» قضايا فلسفية عدد ٦، ١٩٦٠.
٧ ـ لينين «المادية ومذهب النقد التجريبي» المؤلفات جزء ١٤، دار التقدم موسكو ١٩٦٢.
٨ ـ لينين «بصدد أهمية المادية العفوية» المؤلفات جزء ٣٣ دار التقدم موسكو ١٩٦٦.

مصادر المقالة الخامسة

١ ـ اينشتاين (ملاحظات حول نظرية برتراند روسل في المعرفة)، في: ب. أ. شليب. فلسفة برتراند روسل، جامعة نورث ويمستر ن، ايفانستون وشيكاغو ١٩٤٤.
٢ ـ ج. هيلتون (اين هي الواقعية؟ اجوبة اينشتاين في العلم والتركيب) جاليهار باريس ١٩٦٧
٣ ـ المجلة الفيزيائية، العدد السابع، ١٩١٦.
٤ ـ بيير دوهيم (النظرية الفيزيائية، موضوعها، بنيتها) مارسيل ريفيير، باريس ١٩١٤.

٥ ـ ماكس بلانك (وحدة الصورة الفيزيائية للكون : معالجات ومحاضرات فيزيائية) براونشفايغ ١٩٥٨ .
٦ ـ نشرة الجمعية الفرنسية للفلسفة، عدد ٢٢، ١٩٢٢ .
٧ ـ فردريك هنريك (حول رسالة آلبرت اينشتاين إلى ارنست ماخ) الدفاتر الفلسفية . الجزء ١٢، موسباخ ـ بادن، ١٩٥٩ .
٨ ـ ب . أ . شليب : ألبرت اينشتاين : الفيلسوف ـ العالم، ايفانستون ١٩٤٩ .
٩ ـ جوزيف بيتزولد (العلاقة بين العالم الفكري الماخي والنظرية النسبية ـ الملحق) . في ارنست ماخ : تاريخ الميكانيك . لايبزك ١٩٢١ .
١٠ ـ أ . ف . فاسيلييف (المكان، الزمان، الحركة . الاسس التاريخية للنظرية النسبية) . بتروغراد ١٩٢٢ .
١١ ـ د . و . شيما (الاسس الفيزيائية للنسبية العامة)نيويورك ١٩٦٩ .
١٢ ـ م . ي . اوملبانوفسكي . (حول ملاحظة فردريك هنريك عن رسالة البرت اينشتاين إلى ارنست ماخ) في : قضايا فلسفية، العدد ٦، ١٩٦٠ .
١٣ ـ ف . هنريك : البرت اينشتاين : حياة من اجل الحقيقة والبشرية والسلم . برلين ١٩٦٣ .
١٤ ـ ب . ج . كوزنتسوف (اينشتاين) اصدار اكاديمية العلوم السوفيتية، موسكو ١٩٦٢ .
١٥ ـ ب . ف . كوبين (الأسس المنطقية للعلم) . دار العلم، كييف، ١٩٦٨ .
١٦ ـ م . بورن . (الفيزياء في جيلي) اوراق مختارة، دار بيرجامون، لندن، نيويورك، ١٩٥٦ .
١٧ ـ ك . خ . ديلوكاروف (المسائل الفلسفية للنظرية النسبية ـ عرض للمناقشات الفلسفية في الاتحاد السوفييتي خلال العشرينات والثلاثينات) موسكو ١٩٧٣ .
١٨ ـ ف . س . اوكلوف (حول مسألة تقييم نظرة اينشتاين للعالم ١٩٠٥ ـ ١٩٣٦) في : محاضرات ن . أ . نيكاراسوف، معهد كوستروما لأصول التدريس . الكتاب ٢٥، العلوم الفلسفية، كوستروما، ١٩٧١ .
١٩ ـ أ . ماخ : (تحليل الاحاسيس والعلاقة بين الفيزيائي والسيكولوجي)، الطبعة التاسعة، يناير ١٩٢٢ .
٢٠ ـ أ . ماخ (الادراك والخطأ . عن سيكولوجيا البحث) . ليبزك ١٩٠٥ .
٢١ ـ أ . اينشتاين (النسبية، النظرية العامة والنظرية الخاصة) لندن ١٩٦٤ .

٢٢ ـ ماكس فون لايو: (مجموعة الكتابات والمحاضرات) المجلد الثالث، براون شفايك، ١٩٦١.
٢٣ ـ كارل ماركس: نظريات فائض القيمة، المجلد الرابع لرأسمال، الجزء الأول، دار التقدم، موسكو ١٩٧٥.
٢٤ ـ ي. م. جودينوف (النظرية النسبية والفلسفة)، دار بوليتنر دات، موسكو ١٩٧٤.
٢٥ ـ مجلة سينشيا، المجلد ٨، برلين، ١٩١٠.
٢٦ ـ ب. ج. بيرجمان: (ارنست ماخ والفيزياء الحديثة) في مجلة سينشيا، مجلد ٧ عدد ١٤، برلين ١٩١٠.
٢٧ ـ روبرت. س. كوهين (ارنست ماخ: الفيزياء، الادراك الحسي وفلسفة العلم) في: مجلة البحث، مجلد ١٨، العدد ٢ ـ ٣، ١٩٦٨.

إشارة

جرى ترتيب المقالات دون الاشارة الى اسم مؤلف المقال. وهنا نشير الى اسم المؤلف واسم المقالة.

- د. ب. **جريبانوف**: اينشتاين النظرة الفلسفية للعالم
- ي. م. **جولينوف**: اينشتاين والنزعة الاجرائية لـ(بريجمان)
- س. ف **ايلاريونوف**: جدل اينشتاين - بوهر
- م. ي. **اومليانوفسكي**: اينشتاين أسس الفيزياء الحديثة (المادية الديالكتيكية)
- ك. خ. **ديلوكاروف**: حول العلاقة بين اينشتاين وماخ

الفهرس